6•2015

РАДИО

АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ





Военно-патриотическая игра «Победа»

Е. Иванова г. Москва

(см. статью на с. 47)



Передача радиограммы в штаб.



Общее построение.



Жду команду на старт.





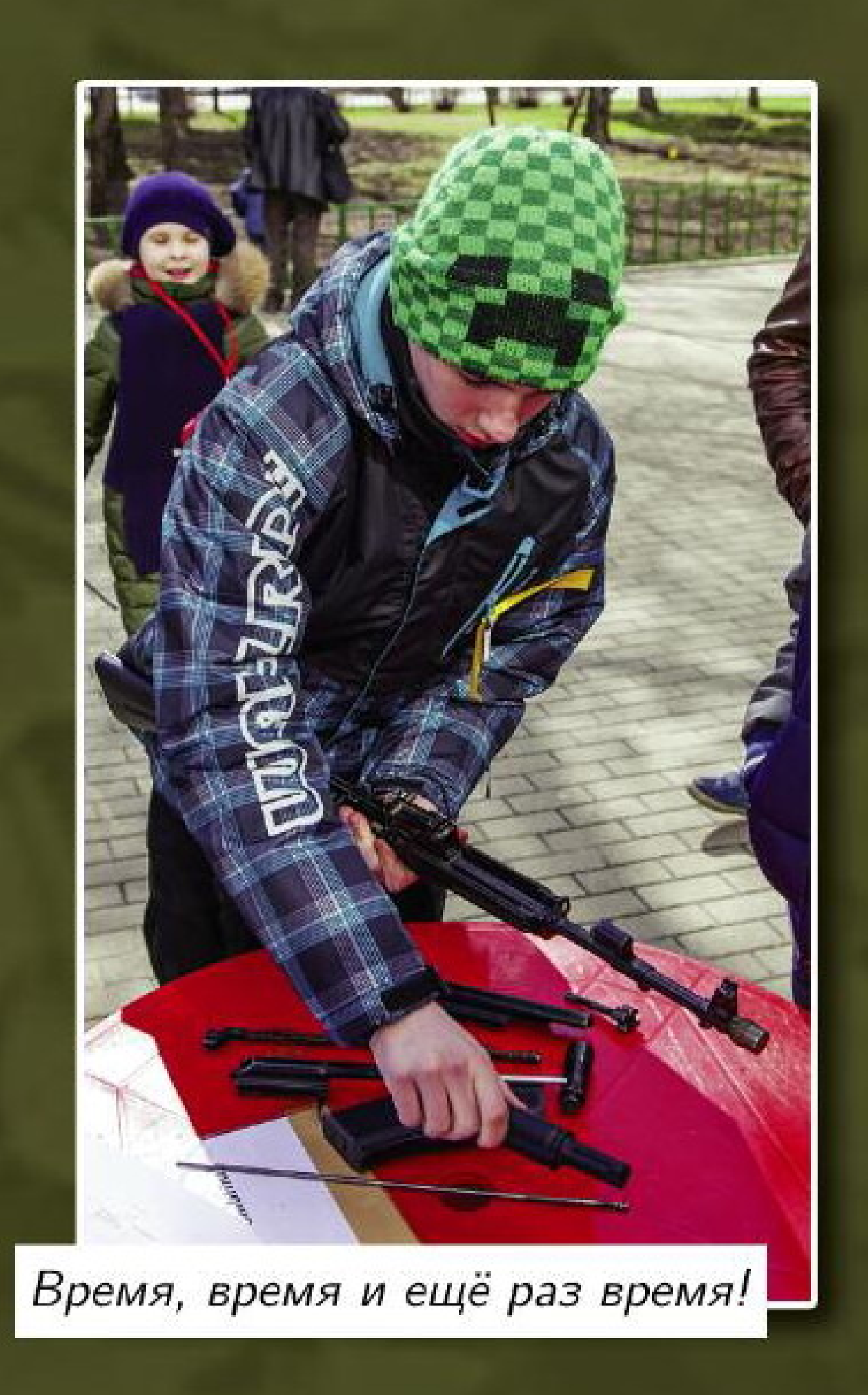
Все "мины" будут найдены.



Донесение в штаб — задание выполнено!



"Вражеский" передатчик будет обязательно обнаружен.



Время, время и ещё раз время!

ВЕСЬ МОДЕЛЬНЫЙ РЯД RIGOL



ООО "ИРИТ" является официальным дистрибьютером продукции RIGOL в России



Генераторы сигналов



Цифровые осциллографы



Анализаторы спектра

Новинка!



Система коммутации и сбора данных



Цифровые мультиметры



Генераторы СВЧ сигналов

Новые программируемые источники питания

- Количество каналов – 1, 2 или 3
- Высокая точность и разрешение
- Цветной 3,5" TFT дисплей
- Уникальный интерфейс управления
- Три формы отображения параметров: цифровая, графическая, аналоговая (циферблатная)
- Режим работы по списку (тайминг)
- Режим с установкой задержки
- Регистрация и анализ выходных параметров со статистической обработкой
- Функция мониторинга на выходе на заданные условия
- Входы и выходы синхронизации
- Широкий выбор интерфейсов: USB-host, USB-device, RS-232, LAN (LXI Core Device 2011) и GPIB









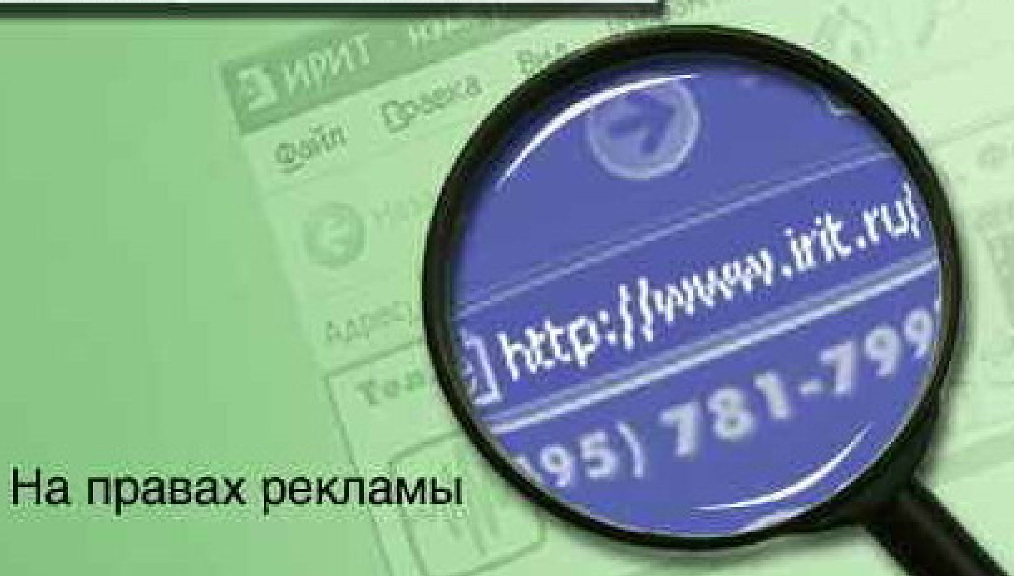


		DP832A	DP832	DP831A	DP821A	DP811A
Количество выходов		3	3	3	2	1 (2 диапазона)
Выходные параметры	CH1 CH2 CH3	0...30 В / 0...3 А 0...30 В / 0...3 А 0...5 В / 0...3 А		0...8 В / 0...5 А 0...+30 В / 0...2 А 0...-30 В / 0...2 А	0...8 В / 0...10 А 0...60 В / 0...1 А	0…20 В / 0…10 А или 0…40 В / 0…5 А
Максимальная мощность		195 Вт		160 Вт	140 Вт	200 Вт
Пульсации+шум (20 Гц...20 МГц)		<350 мкВ$_{\text{скз}}$ / 2 мВ$_{\text{пик-пик}}$ <2 мА$_{\text{скз}}$				
Базовая точность (ежегодная)	напряжение	0,05 % (CH1 и CH2); 0,1 % (CH3)		0,1 % (CH1); 0,05 % (CH2 и CH3)	0,05 % (CH1); 0,1 % (CH2)	0,05 %
	ток	0,2 %		0,2 %	0,2 %	0,1 %
Разрешение программирования	напряжение	1 мВ	10 мВ, 1 мВ – опц.	1 мВ	1 мВ – CH1, 10 мВ – CH2	1 мВ
	ток	1 мА	1 мА	0,3 мА – CH1 0,1 мА – CH2 и CH3	1 мА – CH1 0,1 мА – CH2	0,5 мА
Разрешение считывания	напряжение	0,1 мВ	10 мВ, 0,1 мВ – опц.	0,1 мВ	1 мВ	0,1 мВ
	ток	0,1 мА	1 мА, 0,1 мА – опц.	0,1 мА	1 мА – CH1, 0,1 мА – CH2	0,1 мА
Разрешение отображения	напряжение	1 мВ	10 мВ, 1 мВ – опц.	1 мВ	1 мВ – CH1, 10 мВ – CH2	1 мВ
	ток	1 мА	10 мА, 1 мА – опц.	1 мА	1 мА – CH1, 0,1 мА – CH2	1 мА



ООО «ИРИТ»: Москва, 115211,
Каширское шоссе, дом 57, корпус 5
Телефон/факс: (495) 344-97-65,
Телефон: (495) 781-79-97
E-mail: irit@irit.ru

Ознакомьтесь с «Руководством пользователя» и скачайте каталог продукции RIGOL на сайте www.irit.ru



В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Молодёжная команда R9PA (см. статью на с. 58).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В АКТИВНЫХ АС
СВЕРЛИЛЬНЫЙ СТАНОК С ЛАЗЕРНЫМ УКАЗАТЕЛЕМ
ИЗМЕРИТЕЛЬ ЁМКОСТИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ
БЕСКОНТАКТНОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО

Тираж журнала «Радио» № 5 сдан для рассылки подписчикам 06.05.2015 г.

Уважаемые читатели!

Продолжается подписка на бумажную версию журнала «РАДИО» на второе полугодие 2015 г. Подписная цена одного номера журнала «РАДИО» по каталогу Роспечати 135 рублей. Подписные индексы: Каталог Агентства РОСПЕЧАТЬ 70772; Объединённый каталог «Пресса России» 89032; «Каталог Российской прессы» Почта России 61972.

«Межрегиональное агентство подписки» в период с 1 апреля по 30 июня 2015 г. проводит призовую акцию для подписчиков — конкурс «Будь в курсе! Подписка — всегда стабильный курс!». Полные правила конкурса размещены на www.map-smi.ru и www.vipishi.ru

В РЕДАКЦИИ ЖУРНАЛА «РАДИО» МОЖНО ПРИОБРЕСТИ ЖУРНАЛЫ

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			в Россию	в остальные страны
2008	1—12	10 руб.	66 руб.	80 руб.
2009	1—12	20 руб.	76 руб.	90 руб.
2010	1—12	25 руб.	81 руб.	95 руб.
2011	1—12	45 руб.	101 руб.	115 руб.
2012	1—12	80 руб.	136 руб.	145 руб.
2013	1—12	95 руб.	161 руб.	170 руб.
2014	1—12	110 руб.	176 руб.	185 руб.
2015	1—6	125 руб.	201 руб.	205 руб.
2015	7—12	135 руб.	211 руб.	215 руб.

Ниже размещён бланк квитанции банковского перевода в редакцию "Радио" за интересующие вас номера журналов и наборы для самостоятельной сборки.

Деньги за интересующие вас журналы необходимо отправить почтовым или банковским переводом на расчётный счёт:
Получатель ЗАО "Журнал "Радио".
ИНН 7708023424,
р/с 40702810438090103159,
в ОАО "Сбербанк России" г. Москва,
к/с 30101810400000000225,
БИК 044525225.
Только при почтовом переводе указывайте почтовый индекс банка — 101000.
При переводе обязательно укажите, за что вы переводите деньги и свой точный почтовый адрес с почтовым индексом. После того как деньги поступят на наш расчётный счёт, мы отправим ваш заказ.

Извещение

ЗАО "Журнал "Радио"
(наименование получателя платежа)

7708023424 — (ИНН получателя платежа)
40702810438090103159 — (номер счета получателя платежа)

в ОАО "Сбербанк России" г. Москва БИК 044525225

Номер кор./сч. банка получателя платежа 30101810400000000225

(Наименование платежа) (Номер лицевого счета (код) плательщика)

Ф.И.О. плательщика

Адрес плательщика

Сумма платежа ______ руб. ___ коп. Сумма платы за услуги ______ руб. ___ коп.

Итого ______ руб. ___ коп. « ____ » ________ 20 ___ г.

С условиями приема указанной в платежном документе суммы, в т. ч. с суммой взимаемой платы за услуги банка ознакомлен и согласен.

Подпись плательщика

Кассир

ЗАО "Журнал "Радио"

7708023424 — (ИНН получателя платежа)
40702810438090103159 — (номер счета получателя платежа)

в ОАО "Сбербанк России" г. Москва БИК 044525225

Номер кор./сч. банка получателя платежа 30101810400000000225

(Наименование платежа) (Номер лицевого счета (код) плательщика)

Ф.И.О. плательщика

Адрес плательщика

Сумма платежа ______ руб. ___ коп. Сумма платы за услуги ______ руб. ___ коп.

Итого ______ руб. ___ коп. « ____ » ________ 20 ___ г.

С условиями приема указанной в платежном документе суммы, в т. ч. с суммой взимаемой платы за услуги банка ознакомлен и согласен.

Подпись плательщика

Квитанция

Кассир

Издается с 1924 года

РАДИО®

6•2015

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Радиолюбитель"—"Радиофронт"—"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ОАО "Сбербанк России" г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 18.05.2015 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 15-05-00233.

Лучшие публикации 2014 года

В начале мая, к Дню радио, редакция подвела итоги нашего ежегодного конкурса на лучшую публикацию прошедшего года. В поступивших в редакцию письмах в числе наиболее интересных отмечены 58 статей (52 автора) практически из всех рубрик журнала.

В число призёров попали те авторы, чьи конструкции вызвали интерес у большинства читателей, приславших нам своё мнение о лучших статьях. Жюри конкурса рассмотрело все предложения и приняло решение:

— ***Первое место и денежный приз в размере 3000 руб.*** присудить **Х. ЛОХНИ** (Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.) за цикл статей "Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000" (№ 9—12).

— ***Второе место и денежный приз в размере 2000 руб.*** присудить **Ю. ИГНАТЬЕВУ** (г. Ивано-Франковск, Украина) за статью "Компактный автомобильный усилитель" (№ 3, 4).

— ***Третье место и денежный приз в размере 1000 руб.*** присудить **В. ЧАЙКОВСКОМУ** (г. Пенза) за статью "USB-регистратор напряжения с функциями осциллографа, анализатора спектра и измерителя АЧХ" (№ 10, 11).

Авторы пяти публикаций отмечены поощрительными премиями по 800 руб.: **И. КУТЕПОВ** (г. Санкт-Петербург) — "Микрокомпьютер Raspberry Pi" (№ 1); **И. НЕЧАЕВ** (г. Москва) — "Лабораторный блок питания из ИБП" (№ 8); **С. ПОЛОЗОВ** (г. Кривой Рог, Украина) — "Система охраны автомобиля со спутниковым слежением за координатами и передачей оповещений по каналу GSM" (№ 4—6); **А. МАЛЫШЕВ** (г. Москва) — "Светодиодная люстра "Радуга" (№ 10, 11); **Е. ШАЛАГИН** (г. Павлодар, Казахстан) — "Трёхблочная акустическая система" (№ 1).

Всем перечисленным авторам вместе с денежными призами будут вручены памятные дипломы, а занявшим первое, второе и третье места — ещё и футболки с символикой журнала "Радио".

Жюри посчитало целесообразным отметить дипломами ряд авторов публикаций, которые рассматривались как претенденты на победу в конкурсе (фамилии авторов приведены в алфавитном порядке): **С. ГЛИБИН, В. ЕФРЕМОВ, К. МОРОЗ, А. ПИЧУГОВ, А. САВЧЕНКО, А. СЕРГЕЕВ**.

В прошедшем году по итогам конкурса лишь одному читателю удалось назвать правильно пять статей, вошедших в число призёров конкурса. И в этом году успех сопутствовал только одному читателю — автору нашего журнала ***Е. Герасимову*** из станицы Выселки Краснодарского края. За пять правильно названных статей он получит **набор для самостоятельной сборки "USB-программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910"**. ***Поздравляем!***

Коллектив редакции поздравляет победителей конкурса и соискателей с хорошей работой и желает дальнейших творческих успехов. Мы благодарим всех читателей, оказавших нам помощь своим активным участием в определении призёров!

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Наш конкурс **"Лучшая публикация года"** продолжается. Теперь мы просим вас высказать своё мнение по публикациям в журналах "Радио" за 2015 год. Напоминаем условия конкурса: авторы писем, чьи мнения о публикациях совпадут с мнением большинства читателей и назвавшие не менее четырёх статей, признанных лучшими (занявшие призовое место или отмеченные поощрительными премиями), получат наши призы. В своих письмах указывайте, пожалуйста, фамилию автора, полное название статьи (обязательно!), номер журнала, в котором она напечатана, и премию, которой она достойна (первая, вторая, третья или поощрительная). Число названных материалов не должно превышать восьми.

Ваше мнение мы сможем учесть, если письмо будет отправлено до 31 марта 2016 года (по почтовому штемпелю). Отправить его можно и по электронной почте на адрес **<mail@radio.ru>** с пометкой в поле "Тема" — "Лучшие публикации 2015".



Всемирный мобильный конгресс MWC'2015



BARCELONA 2-5 MAR 2015

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва



Mobile World Congress, традиционно проходящий в Барселоне, на сегодня — главная мировая площадка для представления инноваций в области мобильной связи. Проходивший со 2-го по 5 марта MWC'2015 состоял из экспозиционной части (собравшей 1800 участников) и делового конгресса, где выставлялось и обсуждалось настоящее и будущее мобильной индустрии.

Инфраструктура

Как и ожидалось, хедлайнером (от англ. headline — заголовок) конгресса стала технология LTE (Long Term Evolution), которая быстро захватывает мир. Согласно данным Международной ассоциации поставщиков мобильных решений (Global mobile Suppliers Association — GSA), к концу 2014 г. общее число абонентов сетей LTE выросло на 140 % (по сравнению с 2013 г.) и достигло 497 млн, а во втором полугодии их рост даже опередил развитие сетей предыдущего поколения (3G/UMTS). К сетям четвёртого поколения (4G) уже присоединилось 290 млн обитателей нашей планеты. Объявлено, что к концу 2015 г. по всему миру будет запущено в коммерческую эксплуатацию не менее 450 сетей LTE (в конце 2014 г. их было 364).

Скорость подключения к Интернету — это, пожалуй, самая важная техническая характеристика современных сетей мобильной связи. Однако все они практически везде перегружены, если абоненты генерируют тяжёлый трафик, и потому не позволяют достичь показателей, хоть сколько-то близких к теоретическому максимуму. Разработчики перспективных сетей 5G предложили на MWC'2015 решать эту проблему, используя LTE на так называемых нелицензируемых (unlicensed) частотах, к которым относятся, в частности, рабочие частоты сетей Wi-Fi в диапазоне 5 ГГц (технология LTE-U). Собственно, LTE-U распространяет преимущества технологий LTE и LTE-Advanced на нелицензируемый диапазон частот.

Как известно, наиболее продвинутые сети LTE могут легко расширять суммарную полосу пропускания за счёт объединения нескольких полос радиочастот, находящихся даже в разных диапазонах (так называемая агрегация несущих). В частности, компания Qualcomm анонсировала на MWC'2015 новые чипсеты FSM99xx и FTR8950 для фемтосот, которые будут поддерживать LTE-U. Однако абонентские устройства тоже должны поддерживать LTE-U, поэтому Qualcomm представила ещё и WTR3950 — первый трансивер, изготовленный по технологии 28 нм и способный работать с LTE-U, поддерживая агрегацию полос шириной до 40 МГц в диапазоне 5 ГГц. Устройства LTE-U анализируют эфир и обеспечивают передачу данных так, чтобы избежать коллизий с другими беспроводными сетями, чередуя периоды активности и молчания . Выяснилось также, что работа устройства LTE-U сказывается на работе точки доступа Wi-Fi, у которой берётся ресурс, в меньшей степени, чем включение второй Wi-Fi-точки доступа. Правда, остаётся проблема с государственным регулированием распределения радиочастот, поскольку частоты Wi-Fi в диапазоне 5 ГГц являются нелицензированными при условии использования внутри зданий (когда мощность передатчика не превышает 100 мВт). Теперь слово за индустрией терминалов, которая должна разместить LTE-U в каждом абонентском устройстве.

Однако нельзя считать указанное выше решение панацеей от перегрузок сетей LTE, поскольку использование Wi-Fi хорошо дома или в офисе, но эта технология не рассчитана на обслуживание одновременно очень большого числа абонентов. В свою очередь, сети LTE изначально предназначены для обслуживания огромной абонентской базы. Но в любом случае при использовании Wi-Fi будет обеспечено хорошее покрытие внутри помещений, низкий уровень излучения передатчика смартфона и, как следствие, его более продолжительная работа от одной зарядки аккумулятора.

Компании Qualcomm и Ericsson демонстрировали базовую станцию и чипсет для абонентского терминала LTE-Advanced, позволяющее получить скорость до 600 Мбит/с (LTE Cat.10). Компания Intel представила LTE-модем XMM7360 с поддержкой Cat.10. Всё это замечательно, но, как отмечают отраслевые эксперты, для получения подобных скоростей передачи информации нужна полоса радиоканала 60 МГц и более, чего в реальной жизни мобильных операторов пока не наблюдается ни в одной стране мира. В общем, будем искать...

Когда речь заходит о будущем, мы переносимся в 2020 г., когда должна начаться коммерческая эксплуатация сетей 5G, которые будут направлены в помощь сетям 4G. Собственно, 5G — это эволюционное развитие существующих и новых технологий. В настоящее время идёт процесс разработки его стандартов. На MWC'2015 ассоциация 5G PPP (5G Public-Private Partnership), в которую входят Европейская комиссия и представители европейских отраслевых и научных кругов, обнародовала концептуальный документ, посвящённый тому, как технология 5G создаст единую цифровую экономику и вернёт Европе руководящую роль в этом процессе благодаря универсальной сети, которая соединит людей, объекты и сервисы за счёт реализации множества инноваций невиданного масштаба. После 2020 г. европейское общество и экономика будут в большой степени полагаться на инфраструктуру 5G. Пятое поколение — это больше, чем простое развитие мобильного широкополосного доступа. Это — катализатор появления действительно цифрового общества с универсальной сверхбыстрой коммуникационной инфраструктурой, которая будет поддерживать как все секторы экономики, так и непрекращающийся потребительский спрос на новые сервисы.

На MWC'2015 каждый крупнейший поставщик решений для мобильной связи представил своё видение 5G. В частности, компания Huawei подписала соглашение с крупнейшим провайдером мобильных услуг Японии NTT DOCOMO о начале полевых испытаний радиодоступа 5G в Китае и Японии. Компания Ericsson представила решения 5G-LTE Dual Connectivity и 5G Multipoint Connectivity, работающие с базовыми станциями на частоте 15 ГГц. Решение 5G-LTE Dual Connectivity обеспечивает бесшовный хендовер (переключение между двумя сетями) при переходе мобильного устройства (с поддержкой 5G) из сети LTE в сеть 5G, при этом оно устанавливает связь с обеими сетями в режиме разовой коммутации. Это позволит обеспечить поддержку разных стандартов и частотных спектров как на стороне сетей, так и на стороне устройств. В свою очередь, 5G Multipoint Connectivity позволяет устройству с поддержкой 5G подключаться сразу к двум базовым станциям 5G и скачивать информацию в несколько потоков, повышая и скорость передачи, и качество связи. Решение обеспечивает поддержку многоуровневых сетей, в состав которых входят малые соты.

Поддержка одновременного использования различных частотных диапазонов, технологических стандартов и различных слоёв сети будет иметь важнейшее значение для обеспечения бесшовного подключения миллиардов устройств и вещей, предоставления услуг частным и корпоративным пользователям и использования промышленных приложений.

В целом же технологии 5G, которые будут использовать широкий диапазон частот от сотен мегагерц до 60 ГГц и выше, должны быть освоены производителями абонентских устройств. На последних и были рассчитаны многочисленные презентации новых решений 5G — мол, смотрите, пора заниматься терминалами...

Малые соты (small cells) — ещё один тренд последнего времени, которым занимаются все производители. В частности, компания Alcatel-Lucent дополнила свой набор малых сот новой линейкой Compact Metro Cell Outdoor, которая предоставляет операторам до-

полнительную гибкость для построения так называемых гетерогенных сетей или высокоэффективных многоплатформенных систем мобильного сверхширокополосного доступа. Эти соты легко и бесшовно встраиваются в имеющееся уличное оборудование, что облегчает получение необходимых муниципальных разрешений.

Следующий тренд — виртуализация сетевых функций (NFV — Network Function Virtualization) на базе "облачных" технологий. На MWC'2015 компании Intel, China Mobile и Telefynica присоединились к Alcatel-Lucent для демонстрации виртуализованной сети радиодоступа (RAN — Radio Access Network) на базе NFV-vRAN, которая позволит операторам оптимизировать сетевую производительность и улучшить качество восприятия услуг пользователями.

Полная система vRAN включает в себя виртуальный базовый блок vBBU и виртуальный узел доставки контента (являющийся частью виртуальной сети доставки контента), а также виртуализованное пакетное ядро virtualized Evolved Packet Core (vEPC), и всё это — на одной платформе. С её помощью операторы могут, создавая виртуальные узлы доставки контента, кэшировать контент в непосредственной близости от абонентов на уровне узла vRAN для уменьшения времени задержки и существенного повышения качества потоковой передачи видео. Оператор может добавлять или сокращать ресурсы, направляемые на обработку вызовов, для динамической адаптации к изменяющемуся характеру трафика, а также повысить эффективность устранения аппаратных сбоев и минимизировать время сетевых простоев с помощью управления виртуализованными приложениями в реальном времени.

Поскольку вся виртуализация происходит в "облаках", компания Huawei представила новые серверы Fusion Server X6800 — для data-центров высокой плотности и FusionServer RH8100 — для критически важных приложений, разработанные для консолидации вычислительных ресурсов data-центров и оптимизации нагрузки между различными провайдерами. Компания также продемонстрировала операционную систему хранения данных OceanStor OS и продукты, призванные помочь операторам во внедрении "облачных" вычислений и конвергентных хранилищ данных.

Ещё один важный тренд развития мобильной связи — совместное использование сети радиодоступа несколькими операторами, называемое RAN-sharing. Приведённые выше виртуализированные решения на базе NFV могут с успехом использоваться и для этой цели, и они уже есть. Однако есть и серьёзные организационные проблемы — кто владелец этой RAN, чьё используется "облако", как делится ресурс RAN между операторами и т. п.? К сожалению, не все человеческие проблемы можно решить с помощью технологий.

Следующий тренд — качество предоставляемых услуг связи. В частности, компания Huawei рассказала на MWC'2015 о своей концепции Open ROADS to a Better Connected World, которая охватывает пять основных составляющих необходимого качества услуг для конечных пользователей в подключённом мире: "связь в реальном времени" — Real-Time; "услуги по требованию" — On-demand; "все услуги в режиме online" — All-online; "самостоятельная конфигурация услуг" — DIY и "социальность" — Social (сокращённо — ROADS). Huawei поделилась своим видением и наработками в области управления клиентским опытом, создания ценности компании, монетизации клиентского опыта, создания качественных корпоративных сетей мобильного доступа и повышения эффективности. Ещё одной интересной новинкой от Huawei стала операционная система нового поколения Telco OS, среди ключевых функциональных модулей которой — система Infrastructure Enabling System (IES), позволяющая гибко настраивать ИКТ-инфраструктуру нижнего уровня и автоматически распределять ресурсы, а также проводить анализ "больших" данных (Big Data) и извлекать из них ценную для стратегического управления бизнесом информацию. В дополнение, модуль Business Enabling System (BES) реализует динамичную и гибкую разработку продукта и дизайна упаковки, что способствует развитию партнёрских услуг и стимулирует их закупку и потребление конечными пользователями. Всё это поможет операторам трансформировать свои бизнес-процессы в направлении концепции ROADS. На MWC'2015 Huawei представила также широкий ассортимент ИКТ-продуктов и решений для интеллектуальных городских сетей будущего.

Ну а теперь скажем пару слов о новостях от "немобильщиков". Основатель социальной сети Facebook Марк Цукерберг, как и многие другие участники выставки, вспомнил о странах третьего мира и необходимости обеспечивать их доступом к Интернету и мобильной связью. "Не Facebook, а мобильные операторы делают всё, чтобы обеспечить людей связью и Интернетом", — сказал Цукерберг, на выступление которого заранее собралась солидная очередь. Однако операторы мобильной связи отнеслись к его словам довольно скептически. Да, они действительно обеспечивают людей доступом к мобильному Интернету, а потом появляются предприимчивые люди, как Цукерберг, и дают этим пользователям доступ к мессенджерам типа WhatsApp. Из-за этого операторы теряют львиную долю дохода, а Facebook, наоборот, получает, фактически паразитируя на чужой инфраструктуре. "Раньше это было как в "Красавице и чудовище". Facebook, конечно, был чудовищем. Теперь чудовище становится человеком", — попытался отшутиться Цукерберг, уверяя операторов, что мессенджеры — это хорошо. Однако каждый остался при своём мнении.

Компания Google подтвердила появившиеся ранее слухи о своих планах стать виртуальным оператором мобильной связи, о чём рассказал на MWC'2015 вице-президент этой компании Сундар Пичаи. Он, в частности, сообщил, что у Google нет собственной мобильной инфраструктуры, поэтому компания запустит сервисы с помощью других операторов. По некоторым данным, Google уже заключила соответствующие сделки с операторами Sprint и T-Mobile. Google не претендует на то, чтобы стать оператором большого масштаба, зато компания разработала и собирается добавить в систему мобильной связи новые технологии, которые будут способствовать развитию отрасли.

Терминалы

Вот уж чего всегда в достатке на MWC, так это всевозможных носимых гаджетов. Не будем останавливаться на новых моделях известных брендов со всё возрастающими техническими и потребительскими характеристиками, а коснёмся лишь некоторых интересных инноваций.

Компания ZTE представила смартфон Grand S3, оснащённый разработанным американской фирмой EyeVerify сканером глазного яблока. Технология под названием EyeVerify EyePrint ID предполагает не сканирование радужной оболочки глаза, а использование камеры телефона для фотографирования глазного яблока и определения рисунка кровеносных сосудов, который, по словам разработчиков нового решения, является уникальным для каждого человека и не меняется с возрастом или из-за смены эмоционального состояния.

И ещё об идентификации. Компания Qualcomm представила простой и надёжный дактилоскопический сенсор Snapdragon Sense ID 3D. Собственно датчик отпечатка пальца в смартфонах уже успел себя неплохо зарекомендовать — это наиболее простой и быстрый способ разблокировать смартфон или ввести пароль, одновременно надёжный и удобный. До недавнего времени в смартфонах использовались два типа дактилоскопических сенсоров — оба ёмкостные — активный (iPhone 6, iPhone 6 Plus, Huawei Mate 7) и пассивный (Samsung Galaxy S5). Активный датчик отличается от пассивного тем, что он не столь требователен к чистоте пальцев и к тому, чтобы на поверхности самого сенсора не было царапин. В результате нормально использовать датчик в iPhone получалось намного чаще, чем в Galaxy S5, где для аутентификации приходилось проводить пальцем два, а то и три раза. Однако у обоих способов есть свои недостатки. В свою очередь, Qualcomm предложила ультразвуковой способ, при котором с помощью пьезоэлектрических излучателей генерируется высокочастотная звуковая волна, которая проникает сквозь самый верхний слой кожи, частично отражается и затем фиксируется матрицей пьезоэлектрических приёмников. Поскольку звук, в отличие от электрических сигналов, распространяется медленнее, ультразвуковой датчик позволяет учитывать не только

зафиксированную датчиками отражённую энергию, но и время, через которое был получен сигнал, — это добавляет картине дополнительное, третье измерение. На основании этих данных строится изображение поверхности пальца — псевдотрёхмерный отпечаток, позволяющий учитывать мелкие детали вроде пор, которые ёмкостный сенсор разглядеть не в состоянии. Данный способ позволяет, с одной стороны, сделать распознавание отпечатка более стабильным, а с другой — повысить защищённость. Его ультразвуковой сенсор обмануть сложнее. А поскольку процедура считывания занимает некоторое время, сенсор успевает фиксировать прилив или отлив крови в сосудах — по сути, определяя, что перед ним действительно живой человек. Так что использовать для разблокировки даже отрезанный палец не получится. Этот датчик не обязательно размещать в кнопке — его можно спрятать в любой части телефона, поскольку ультразвуковой способ не требует максимально плотного прилегания пальца к поверхности. К тому же материал над датчиком не обязательно должен быть изготовлен из стекла. Наконец, ультразвуковой датчик, в отличие от ёмкостного, не сходит с ума, если пользователь недостаточно хорошо вытер руки или намазал их каким-нибудь кремом.

А вот китайская компания Innos достаточно просто решила проблему малой длительности автономной работы смартфона, вызванную использованием дисплеев с высоким разрешением в сочетании с мощным "железом". Она оснастила смартфон Innos D6000 сразу двумя аккумуляторными батареями ёмкостью 2500 и 3500 мА·ч. В сумме получается 6000 мА·ч!

Компания Fujitsu представила новый "неубиваемый" планшетный компьютер Stylistic V535. Новинка соответствует требованиям стандарта IP65, который гарантирует защиту от попадания пыли и жидкостей и может работать при температуре от −10 до +50 °C. Кроме того, компьютер выдержит падение с высоты до одного метра (и даже 1,8 м при установке опциональной защитной рамки).

Британская компания Kazam, основанная бывшими сотрудниками HTC, представила флагманский смартфон Tornado 552L в металлическом корпусе толщиной всего 5,5 мм.

Чтобы дать возможность владельцам всех типов мобильных устройств с удобством набирать текст и при этом сохранить мобильность, Microsoft представила одну из самых компактных Bluetooth-клавиатур в мире — Universal Foldable Keyboard. В сложенном состоянии её размеры — 11,5×125,3×147,6 мм, что позволяет положить её в карман куртки или женскую сумочку.

На пресс-конференции компании HTC был представлен шлем виртуальной реальности Vive, разработанный совместно со специалистами из компании Valve. В шлеме используются более 70 сенсоров и датчиков. Он оснащён двумя дисплеями с разрешением 1200×1080 пкс и частотой обновления 90 кадров в секунду. Заявлен полный обзор "на 360 градусов", так что пользователь не только сможет оглядываться, но и взаимодействовать с виртуальным миром почти так же, как с реальным.

Шведская компания IKEA представила различные предметы мебели (журнальные столики, обеденные и рабочие столы, прикроватные тумбы, а также лампы), оснащённые встроенными устройствами для беспроводной зарядки различных гаджетов. На каждом из представленных IKEA предметов находится небольшая круглая зона с нанесённым по центру перекрестием. Для зарядки смартфона или смарт-часов пользователю достаточно будет просто положить устройство на поверхность стола или тумбы, заранее подключённых к электросети. Зарядка осуществляется по принципу магнитной индукции и поддерживает популярный стандарт QI, поэтому воспользоваться технологией IKEA смогут владельцы самых разных устройств.

Qualcomm Zeroth — это программа из области когнитивного компьютинга (познание окружающего мира с помощью компьютера, в данном случае — через ощущения), которая способна сопоставлять образы и находить в них схожие элементы. Когнитивные программы, как и ёмкостные сенсоры отпечатков пальцев, изобретены не сейчас, но Qualcomm адаптировала их для использования в мобильных устройствах. К примеру, если "скормить" Zeroth большое число изображений, на которых есть человеческое лицо, и каждый раз объяснять, что это именно лицо, а не что-то иное, то Zeroth научится различать лица на других изображениях, обнаруживая их с высокой степенью вероятности. И чем больше она их обнаружит, тем лучше будет делать это в дальнейшем. Для работы Zeroth требуется вся вычислительная мощь анонсированного на MWC 2015 флагманского процессора Snapdragon 820, в том числе и возможности графического адаптера — для гетерогенных вычислений с высокой степенью параллелизма. Ранее подобные программы можно было запускать только на настольных компьютерах или в "облаке", как это сделано у Apple.

Компания Archos решила сделать большой объём встроенной памяти для фотографий и видео главной изюминкой своих устройств. И теперь 9,4-дюймовый (разрешение 1280×800) Archus 94 Magnus — пожалуй, первый Android-планшет, который получил 256 Гбайт (!) встроенной флеш-памяти.

А ещё было много-много самых разных смартфонов, планшетов и часов. Красивых, прочных, многофункциональных, дорогих и дешёвых. Как дружно отметили все эксперты, в плане дизайна все представленные смарт-часы совершенно не похожи на те внешне унылые гаджеты, что выпускались ещё недавно. То ли ещё будет...

По материалам ***3DNews, CNews, PCWeek, PCNews, Ferra, HI-TECH@Mail.Ru, Huawei, Ericsson, Alcatel-Lucent, HTC.***

Исполнилось 120 лет открытию радиопередач на "волнах Герца"

В. МЕРКУЛОВ, г. Москва

День в истории

7 мая (25 апреля) 1895 г. в аудитории физического факультета Императорского Санкт-Петербургского университета на очередном 151-м заседании Русского физико-химического общества А. С. Попов выступил с историческим докладом "Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям" [5], где сделал сообщение о "приборе, предназначенном для показывания быстрых электрических колебаний", соединённом с внешним проводником, "находящимся в сфере их действия". Впервые в мире он демонстрировал практическую систему электросвязи, в которой приёмник по воздуху автоматически принимал электромагнитные сигналы, исходящие от генератора, расположенного в соседнем здании на расстоянии 30 саженей (64 м).

Продвижению в жизнь инженерного решения у А. С. Попова предшествовало формулирование технического задания на разработку детектирующей части приёмника. Об этом он осведомил в написанной восемью месяцами позже статье "Прибор для обнаружения и регистрации электрических колебаний": *"Добившись удовлетворительного постоянства чувствительности при употреблении трубки с платиновыми листочками и железным порошком, я поставил себе ещё другую задачу: добиться такой комбинации, чтобы связь между опилками, вызванная электрическим колебанием, разрушалась немедленно, автоматически. Такая комбинация, конечно, удобнее, потому что будет отвечать на электрические колебания, повторяющиеся последовательно одно за другим"* [1, 4].

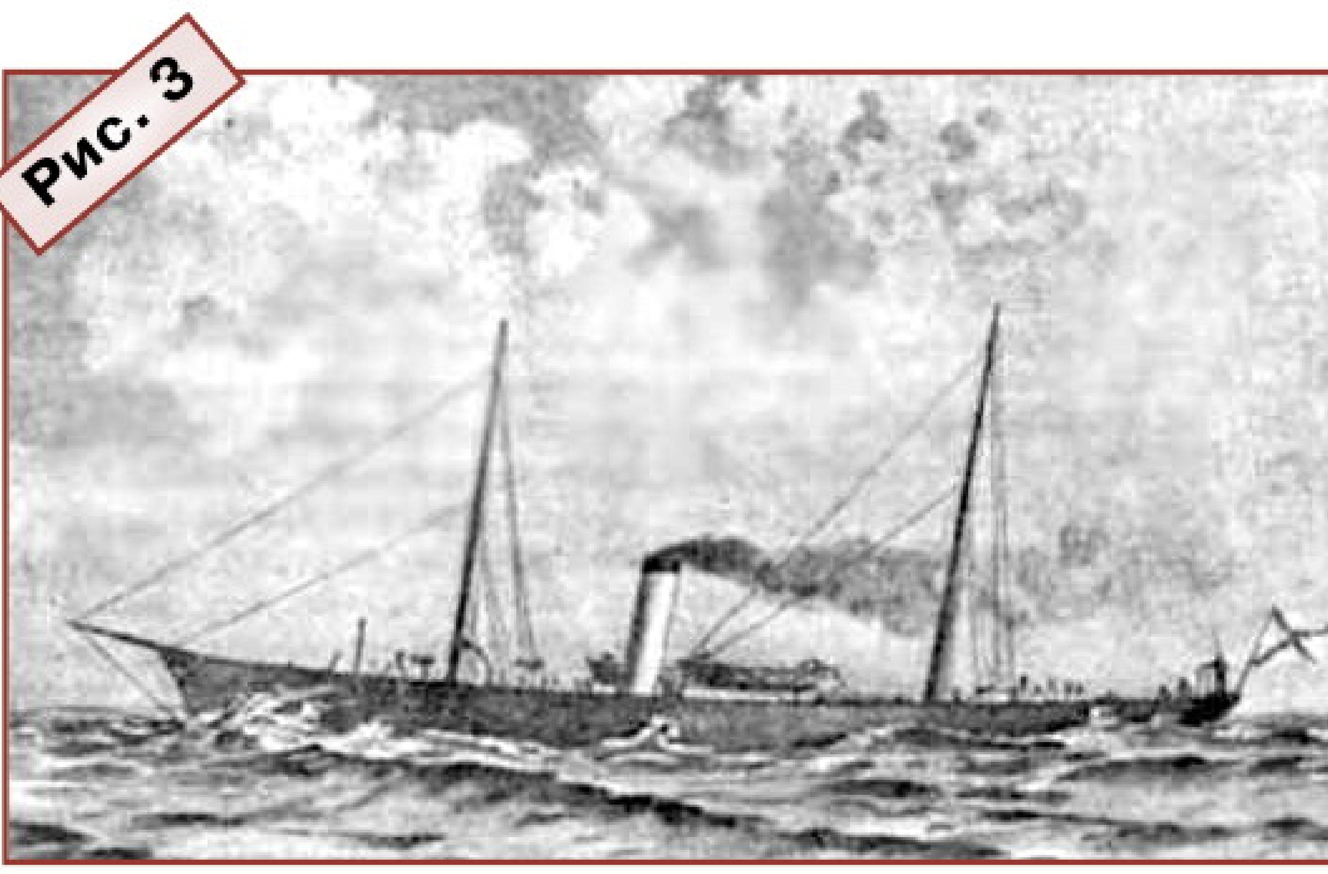
В изобретённом "Приборе ..." впервые в практике А. С. Попов заставил основные элементы устройства функционировать в режиме автоматической обратной связи, для чего последовательно к основному элементу "Прибора ..." — когереру (детектору) присоединил дополнительное реле, своими контактами подключающее обмотку электрозвонка к батарее питания — так он создал своеобразный электромеханический усилитель тока. Кроме того, он добился от устройства большей чувствительности, подключив к его входу вертикальную мачтовую антенну и сделав заземление. Отправитель приёмопередающей системы был маломощный, и А. С. Попову стало очевидно, что с ним предпринимать попытки налаживания смысловой телеграфной связи ещё преждевременно. Однако приёмная часть была уже довольно чувствительной для регистрирования электрических колебаний, порождаемых мощными источниками, например, грозовыми атмосферными разрядами. Приёмник улавливал их на расстоянии до 30 км. Попутно на примере грозоотметчика А. С. Попов впервые указал на равнозначность электромагнитных волн искусственного и природного происхождения.

С позиции физики изобретённая А. С. Поповым приёмопередающая система заметно отличалась от предложенной Г. Герцем. В упомянутой уже статье "Прибор для обнаружения ..." он сообщил: "В соединении с вертикальной проволокой длиною в 2,5 м прибор отвечал на открытом воздухе колебаниям, произведённым большим герцевским вибратором (квадратные листы 40 см в стороне) с искрою в масле ...". Потому у него и получилось начальное распространение электромагнитных волн на расстояние до 64 м. Г. Герц не додумался до присоединения дополнительного проводника (антенны) к резонатору; на концах проволок диполя вибратора у него помещались цинковые полые шары диаметром не более 30 см [2].

Своё выступление А. С. Попов закончил пророческими словами: *"В заключение могу выразить надежду, что мой прибор при дальнейшем его усовершенствовании может быть применён к передаче сигналов на расстояние при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающих достаточной энергией"*.

Присутствовавшие на заседании Русского физико-химического общества учёные поняли, сколь велико сделанное А. С. Поповым открытие, и с радостью приветствовали новый прибор. И хотя изобретатель по причине закрытости темы не раскрыл специфику того назначения, которому в действительности отвечала приёмопередающая система, никто из присутствовавших на заседании учёных не сомневался уже, что заманчивая мечта о телеграфировании без проводов будет скоро широко осуществлена на практике [3].

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2015, № 5


Рис. 3

Опыты электросвязи на море

Впервые в мире испытания аппаратуры беспроводного телеграфирования для отправления по воздуху информативных сигналов с берега на плавающее морское судно А. С. Попов провёл в 1896 г. Для проведения опытов была привлечена приёмопередающая система с параболическими рефлекторными отражателями разработки Г. Герца, посредством которой 24 (12) марта 1896 г. между зданиями Императорского Санкт-Петербургского университета он передал первую в мире телеграмму [6].

Проверка способности электромагнитных волн распространяться по-над поверхностью Балтийского моря происходила в Средней гавани Кронштадтского порта. Для проведения испытаний военный губернатор Кронштадта и Главный командир Кронштадтского порта, председатель Кронштадтского отделения Императорского Русского технического общества вице-адмирал Николай Иванович Казнаков (1834—1906 гг.) распорядился выделить представительскую яхту "Рыбка" (**рис. 3**) в распоряжение преподавателя физики и электротехники кронштадтского Минного офицерского класса, товарища (заместителя) председателя Кронштадтского отделения Императорского Русского технического общества А. С. Попова. На мачте судна на высоте примерно 4,3 м от палубы был установлен приёмник. "Отправитель энергии устанавливался на стенке у ворот Средней гавани, и яхта то приближалась, то от них отходила" [7].

В мае 1897 г. опыты по беспроволочному телеграфированию с участием "Рыбки" были повторены, но в этот раз приёмник был оснащён вертикальной однолучевой антенной высотой 8 м и когерером (детектором) повышенной чувствительности (заполненным мелким стальным бисером); в передатчике применялся вибратор с диполем Г. Герца, разработанный для лекционных целей. В испытаниях на дальность действия были достигнуты результаты, превысившие прошлогодние.

Спланированные А. С. Поповым морские испытания в середине июня продолжились на Транзундском рейде Финского залива. Вибратор конструкции А. С. Попова (с излучающими дисками диаметром около метра, **рис. 4**) был установлен в особой будке вблизи Лазаретной пристани на острове Тейкар-Сари. Приёмник с антенной 9 м помещался на специально назначенном для опытов паровом катере. В развитие работ приёмную станцию перенесли на крейсер "Африка" [8]. Позже на берегу установили 17-метровую антенну, а на корабле подняли антенну до 18 м, благодаря чему дальность связи увеличилась до 6 км. Испытания подтвердили реальность беспроводной электросвязи в ситуациях, когда световой сигнализацией нельзя пользоваться.

В "Отчёте об опытах электрической сигнализации без проводников, произведённых на Минном отряде в кампанию 1897 г." впервые в мире А. С. Попов написал о продвижении зарождающегося радио в навигацию: "Применение

источника электромагнитных волн на маяках в добавление к световому или звуковому сигналам может сделать маяки действующими в тумане и в бурную погоду: прибор, обнаруживающий электромагнитную волну, звонком может предупредить о близости маяка, а промежутки между звонками дадут возможность различать маяки. Направление маяка может быть приблизительно определено, пользуясь свойством мачт, снастей и т. п. задерживать электромагнитную волну, так сказать, затенять её".

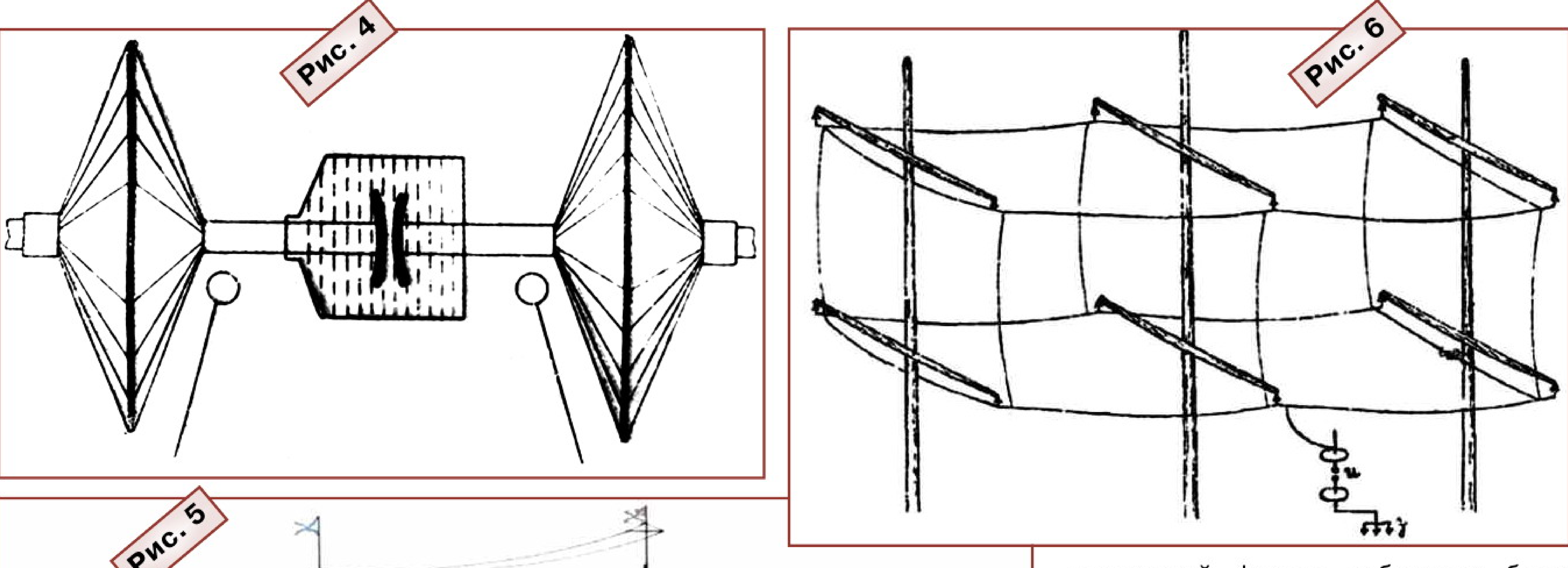
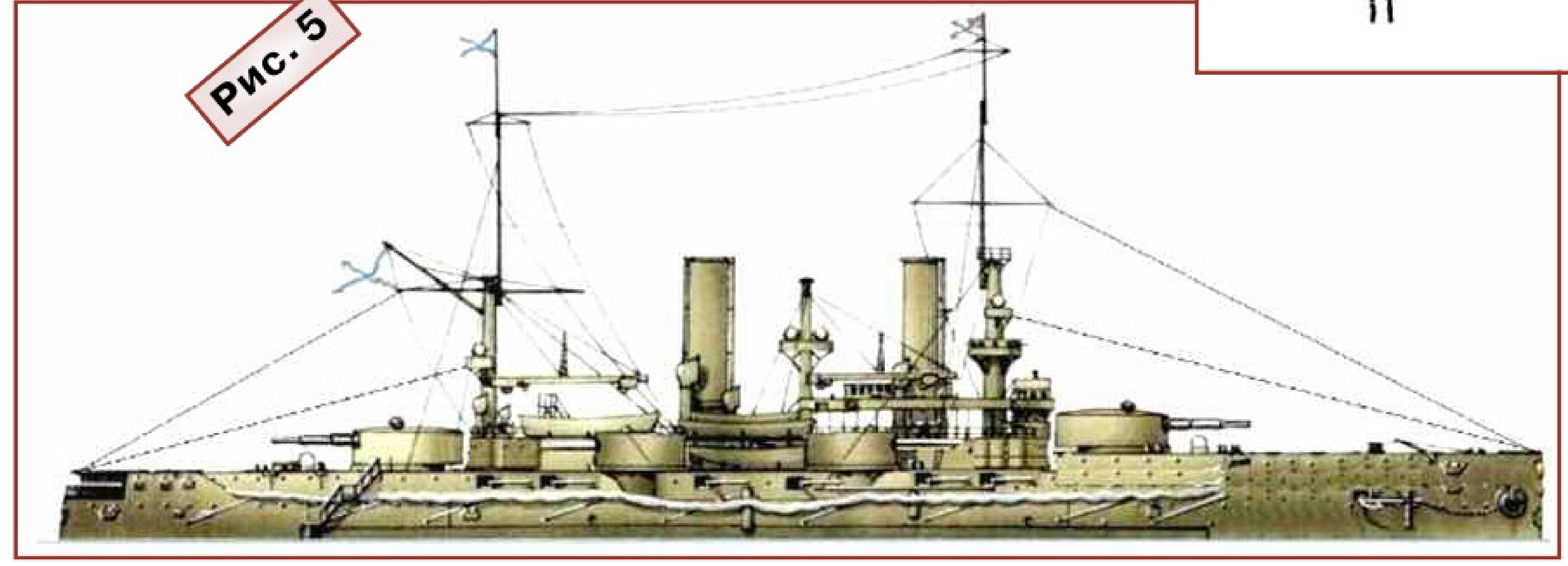

Рис. 4

Рис. 6


Рис. 5

В произведённых на море по плану 1897 г. испытаниях инициировались первые в мире телеграфные сообщения между морскими кораблями — транспортным судном "Европа" (передатчик) и крейсером "Африка" (приёмник). Поставленные опыты показали, что дальность воздушной связи зависит не только от чувствительности приёмника и мощности передатчика, но ещё и от длины и высоты присоединяемых к ним антенн.

В мае 1898 г. на Кронштадтском рейде А. С. Попов снова проводил тестирование прохождения по воздуху сигналов телеграфирования. В этот раз на яхте "Рыбка" он расположил передающую станцию; новый, более чувствительный приёмник — на мостике эскадренного броненосца "Петропавловск", стоявшего у стенки Средней гавани (в ожидании дооснащения вооружением). Александр Степанович повторил прошлогодние исследования. Особо его заинтересовало экранирование электромагнитных волн металлическими частями военного корабля. В первый же день опытов он нашёл два конструктивных решения этой проблемы.

А. С. Попов впервые в мире предложил поднимать на корабле горизонтальную антенну вместо вертикальной, растягивать её поверх рулевой (штурвальной) и штурманской рубок, поста управления артиллерийским огнём, выше дымовых труб. В "Отчёте об опытах телеграфирования без проводников, произведённых в кампанию 1898 г." А. С. Попов написал, что антенна "была везде удалена от металлических снастей по крайней мере на три фута (0,91 м — *авт.*), и приём сигналов стал происходить беспрепятственно". Благодаря такой конфигурации проволоки в пространстве металлические части корабля стали меньше мешать распространению электромагнитных волн к получателю телеграфных сигналов. Иным ориентированием антенны А. С. Попов к тому же ограничил атмосферные помехи и бортовые электрические импульсные наводки, обычно имеющие вертикальную поляризацию. Одновременно он заявил, что антенну не обязательно вывешивать из двух линий (отдельно для передающей и приёмной частей): однопроводная антенна может поочерёдно служить как для отправления, так и для получения телеграфных депеш. К слову, "Петропавловск" полностью был укомплектован лишь к началу 1899 г., в том числе оснащён двухпроводной Г-образной горизонтальной антенной (**рис. 5**).

В начале июля 1898 г. на острове Тупоран-Сари Транзундского рейда П. Н. Рыбкин развернул береговую передающую станцию, над которой вместо вертикального провода поднял рекомендованную А. С. Поповым однопроводную горизонтальную двухлучевую антенну; по его указаниям похожие антенны были установлены и на кораблях "Европа" и "Африка". 13 июля 1898 г. он приступил к успешным испытаниям двухсторонней телеграфной связи между береговой станцией и крейсирующей "Африкой". 29 июля начались испытания двухсторонней связи между кораблями "Африка" и "Европа" в движении.

В процессе опытов на "Африке" неожиданно оказался разбитым цилиндрический сосуд с маслом, в который помещался электрический разрядник передатчика, где происходил искровой разряд вибратора (предполагалось, что разряд в масле давал искру мощнее, чем в воздухе). Произошедшее "нисколько не отразилось на действии вибратора. Это доказывало малую пользу масла, вследствие чего все дальнейшие опыты производились с искрой в воздухе. ... Для испытания наилучшей формы вибратора было приготовлено несколько вариантов из сплошных медных шаров разного диаметра и из сплошных цилиндров разной длины. Опыты обнаружили, что все эти вибраторы, будучи присоединены к сети (в то время сетью называли антенну — *прим. ред.*), давали одинаковые результаты. Отсюда естественно было заключить, что главное значение имеет сама сеть, а небольшие предметы, присоединённые к ней, не играют существенной роли. Это привело в дальнейшем к полному упразднению всех излишних проводников, т. е. к упрощению судовой радиосети. Наибольшие расстояния, достигнутые за это плавание (1898 г.), были 5,5 км между судами и 11 км между береговой станцией и крейсером "Африка". Беспроволочный телеграф действовал безотказно во всякую погоду, и командование учебно-минного отряда охотно им стало пользоваться. ... Новое средство связи — радио — получало во флоте своё признание" [3, 8].

По окончании испытаний осенью 1898 г. А. С. Попов написал в отчёте Морскому техническому комитету Морского министерства, что нововведения привели к упрощению передающей станции и сделали её более портативной, "сведя её только к трём частям: индукционная катушка Румкорфа, небольшой разрядник и сеть изолированных проволок. ... Все приборы устанавливаются внутри рубки и только сетка из проволок остаётся для внешних действий" (**рис. 6** [8]).

Заключение

В конце XIX века в научных сообществах Европы и Америки Г. Герц признавался величайшим учёным — первооткрывателем ранее неведомого

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

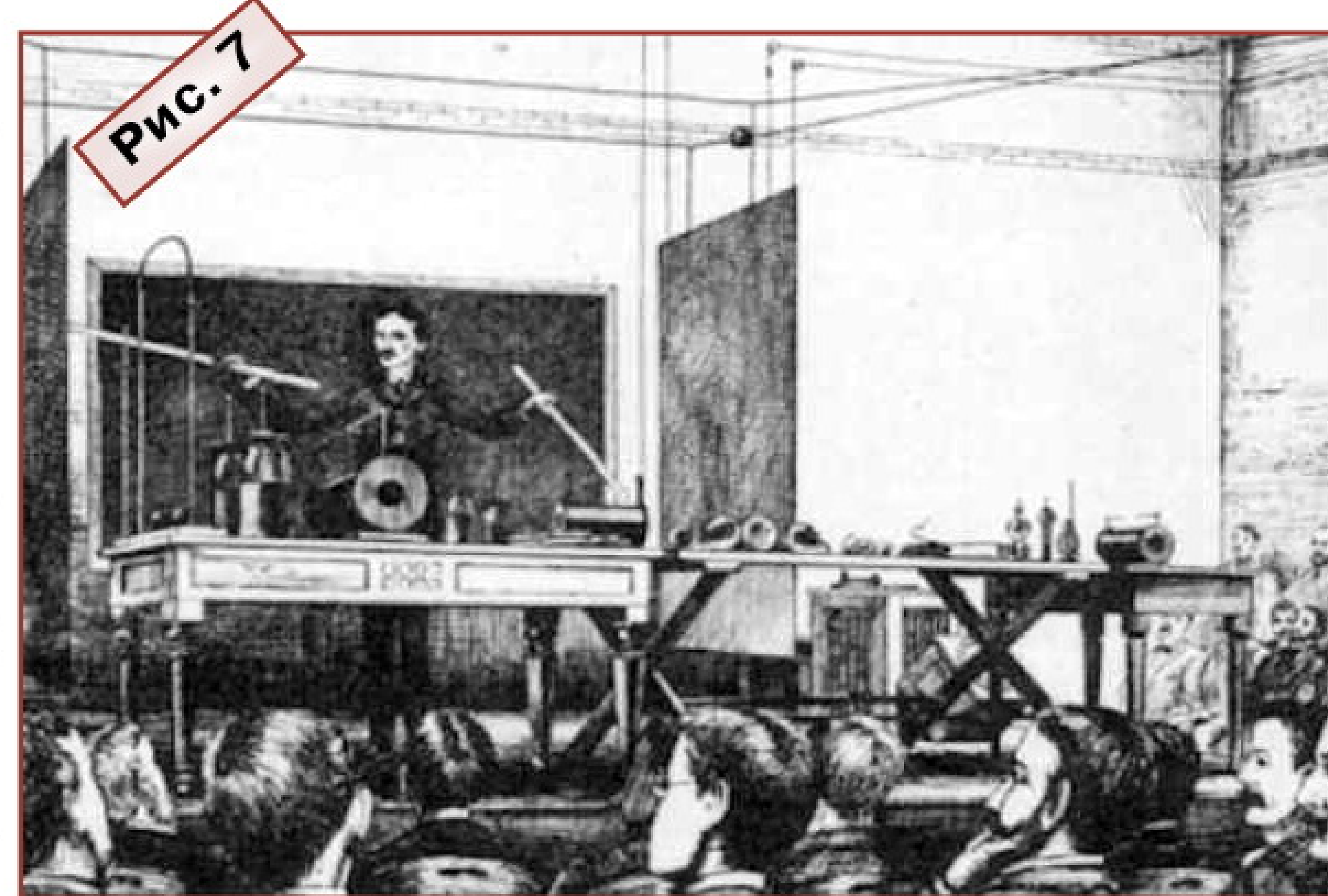
явления в физике. А. С. Попов из всех учёных также особо выделял Г. Герца, трепетно к нему относился. При всём том в 1896—1898 гг. ему стало очевидно заблуждение германского физика, практические результаты выполненных им совместно с П. Н. Рыбкиным работ по беспроводной телеграфии на море не подтвердили вывод Г. Герца об излучении электромагнитных волн непосредственно от искрового разрядника изобретённого им вибратора. В продолжение своих работ А. С. Попов разработал антенные устройства, обеспечившие распространение волн на большие расстояния в атмосферном пространстве, тем самым обогатил исследования Г. Герца, показав их применимость и полезность для практики.

Благодаря собственной воспитанности и принятым в научных кругах негласным правилам толерантного отношения к недоработкам и ошибкам коллег А. С. Попов до конца жизненного пути в лекциях и письменных работах умалчивал о своём вкладе в теорию Г. Герца, удерживался от прямых указаний на его промах.

Интересно, что в США талантливый инженер-электротехник сербского происхождения Никола Тесла (Nikola Tesla; 1856—1943 гг.) в лекции "Experiments with Alternate Currents of Very High Frequency and Their Application to Methods of Artificial Illumination" ("Эксперименты с переменными токами очень высокой частоты и их применение к методам искусственного освещения") [9], произнесённой 20 мая 1891 г. в Колумбийском университете Нью-Йорка перед авторитетами и профессионалами Американского института инженеров-электриков (The American Institute of Electrical Engineers — AIEE), также указал на то, что особого рода высокочастотные колебания появляются в пространстве, окружающем колебательную электрическую цепь. Во время доклада Н. Тесла демонстрировал свободное (беспроводное) свечение газоразрядных ламп, помещаемых между метровых (1×1 м) цинковых листов, отстоящих на 2 м друг от друга (**рис. 7**); пластины присоединялись к выводам высоковольтной обмотки изобретённого им высокочастотного трансформатора [9]. В феврале 1892 г. Н. Тесла представил более подробные пояснения по теме с большим числом графических иллюстраций в лекции "Experiments with Alternate Currents of High Potential and High Frequency" ("Эксперименты с переменными токами высокого напряжения и высокой частоты"), прочитанной в Лондонском королевском обществе [10].

По прошествии нескольких лет Н. Тесла иронично высказывался, узнав о первых испытаниях беспроводной телеграфии в Европе: "Конечно, немцы дали нам волны Герца, а инженеры из России, Англии, Франции и Италии сразу же начали их использовать для передачи сигналов. Очевидно, что применение нового компонента вместе со старой классической и неусовершенствованной индукционной катушкой — едва ли что-либо большее, чем разновидность гелиографии (оптической телеграфии с помощью отражательных зеркал — *авт.*). Радиус передачи очень ограничен, полученные результаты не представляли большой ценности, и колебания Герца, как средство передачи информации, можно было бы с успехом заменить звуковыми волнами, что я предлагал в 1891 г.".

В статье февральского номера журнала "Шахтёрский еженедельник" ("Collier's Weekly") от 1901 г. Н. Тесла заявлял, что "собственная система телеграфии без проводов им изобретена ещё в 1893 г. и недалеко время, когда практические результаты его труда будут доступны по всему миру, и каждый ощутит их влияние". Однако никакого пригодного для эксплуатации устройства беспроводной телеграфии Н. Тесла народам планеты не предъявил.


Рис. 7

Впервые на заблуждение Г. Герца нескрываемо и непредвзято указал начальник Связи Вооружённых Сил Российской Федерации — заместитель начальника Генерального штаба Вооружённых Сил РФ генерал-полковник Евгений Акимович Карпов в статье "Открытие радио — великое достижение российской научной мысли", опубликованной в журнале "Электросвязь: история и современность" за 2008 г. [11]: "По вопросу применения антенных устройств необходимо отметить следующее. В опытах Г. Герца на излучающей стороне использовалась конструкция, которую он сам называл "резонансный микрометр", а на приёмной — пространственный резонатор, которые фактически представляли собой открытые колебательные контуры, т. е. антенны. Однако сам Г. Герц не придавал этому значения, более того, в своей статье "О весьма быстрых электрических колебаниях" он отмечает, что излучение осуществляется из разрядного промежутка, а роль соединяющих проводников в создании излучения — пассивная. О. Лодж, который в своих работах был, по его собственной оценке, весьма близок к открытию радио, в опытах, продемонстрированных на заседаниях Британской научной ассоциации и описанных в журнале "Nature" за 1894 г., антенны вообще не применял."

ЛИТЕРАТУРА

5. Из протокола заседания Физического общества РФХО о докладе А. С. Попова "Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям" от 7 мая (25 апреля) 1895 г. — Из истории изобретения и начального периода развития радиосвязи; сб. док. и материалов: сост. Л. И. Золотинкина, Ю. Е. Лавренко, В. М. Пестриков под ред. проф. В. Н. Ушакова; с. 156—157. — СПб.: изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ" им. В. И. Ульянова (Ленина), 2008.

6. **Мишенков С.** 7 мая исполняется ... 110 лет радио и 60 лет Дню радио! — Радио, 2005, № 5, с. 4—6. — URL: **ftp://ftp.radio.ru/pub/2005/05/4.djvu** (12.03.15).

7. **Берлинский А.** Воспоминания командира яхты "Рыбка" б. военмора А. И. Берлинского, на которой 30 лет тому назад производил первоначальные опыты изобретатель беспроволочного телеграфирования А. С. Попов. — Друг Радио, 1925, № 5-6 (март-апрель). — URL: **http://rybkin.h16.ru/berlinsk. htm** (20.03.15).

8. **Рыбкин П. Н.** Изобретение радиотелеграфа в России. — Радиотехник, 1919, № 8 (октябрь). — URL: **http://sergeyhry.narod.ru/rt1919_08_03. htm?** (12.03.15).

9. **Nikola Tesla**. Experiments with Alternate Currents of Very High Frequency and Their Application to Methods of Artificial Illumination. — URL: **http://www.tfcbooks.com/tesla/1891-05-20.htm** (12.03.15).

10. **Nikola Tesla**. Experiments with Alternate Currents of High Potential and High Frequency. — URL: **http://www.pbs.org/tesla/res/res_art05. html** (12.03.15).

11. **Карпов Е. А.** Открытие радио — великое достижение российской научной мысли. — Электросвязь: история и современность, 2008, № 4. — URL: **http://www.computer-museum.ru/connect/radio_otkrit.htm** (12.03.15).

Спутниковые ресиверы DRE(DRS)-4500. Устройство и ремонт

В. ФЁДОРОВ, г. Липецк

Полнофункциональный однокристальный AVC-декодер NP4 фирмы Neotion, кроме функций дескремблера, обеспечивает обработку входного транспортного сигнала TS, преобразование его в элементарный поток требуемой программы, AVC-декодирование в несжатые звуковой и видеосигналы. Дополнительно в микросхеме происходит сжатие получаемых сигналов изображения и звука по стандарту MPEG-2, что позволяет использовать её совместно с внешними однокристальными декодерами. На кристалле микросхемы предусмотрено размещение коммуникационного независимого IP-ядра для сетевой связи Ethernet.

CPU подсистема
ARM946 @ 108MHz
I CACHE
D CACHE
JTAG ИНТЕРФЕЙС
SRAM 64 КБ
BOOT ROM
ХОСТ ИНТЕРФЕЙС
SPI ИНТЕРФЕЙС
BT.656 видео
DDR ИНТЕРФЕЙС
I_2S аудио
GPIO ИНТЕРФЕЙС
EBI ИНТЕРФЕЙС
PWM
ETH MAC 802.3
ASI ИНТЕРФЕЙС
DVB CI ИНТЕРФЕЙС ВЕДУЩИЙ x2
TWI ИНТЕРФЕЙС
DVB CI ИНТЕРФЕЙС ВЕДОМЫЙ
UART ИНТЕРФЕЙС
SC КОНТРОЛЛЕР x2
DSP MPEG-4 ДЕКОДЕР
SHL ДЕСКРЕМБЛЕР, ЗАЩИТА ОТ КОПИРОВАНИЯ
MPEG SRAM
PID ФИЛЬТР, DVB ДЕСКРЕМБЛЕР
DSP MPEG-4 КОДЕР
TS ИНТЕРФЕЙС
ВИДЕО подсистема
TS подсистема
NP4

Рис. 10

Продолжение.
Начало см. в "Радио", 2015, № 4, 5

Структурная схема микросхемы NP4 показана на **рис. 10**. Основой её CPU-подсистемы служит 32-разрядное ядро ARM946, в разработку которого положена Гарвардская архитектура. В нём обеспечивается прямой доступ к SRAM-памяти объёмом 64 Кбайт, которая хранит как сигналы команд, так и данных. Уменьшение времени доступа к внешней памяти этих сигналов базируется на применении встроенной кэш-памяти.

Образцовые частоты, необходимые CPU, MPEG-декодеру, декодеру звука, формирует генератор. Он использует в качестве задающей частоту внутреннего образцового генератора, стабилизированного внешним кварцевым резонатором частотой 27 МГц. Колебания генератора делятся цепочкой делителей и направляются в соответствующие узлы декодера с требуемым фазовым соотношением. Коэффициент деления, а также фазы выходных сигналов устанавливают программно. Рабочая частота ядра CPU равна 108 МГц.

Система памяти микросхемы разделена на встроенную и внешнюю. Встроенная память, наряду со SRAM, имеет по 8 Кбайт кэш-памяти команд и данных (I и D CACHE). SRAM может быть организована как кэш-память данных. Кэш-памяти команд и данных адресуемы непосредственно.

Для загрузки управляющей программы CPU-подсистема имеет встроенную однократно программируемую загрузочную память BOOT ROM. Управляющая программа находится во внешней FLASH-памяти, доступ к которой происходит через последовательный SPI-интерфейс. Его можно запрограммировать для широкого интервала временных характеристик процесса доступа к внешней памяти. DDR-интерфейс обеспечивает обмен информацией между микросхемой и внешней памятью DDR-SDRAM объёмом 64 Мбит. Внешняя память используется видео- и аудиодекодерами MPEG-4, видеокодером MPEG-2, генератором OSD-графики, а также CPU.

Для загрузки CPU, контроля и слежения за системой, а также периферийного сканирования через стандартный (IEEE 1194.1) порт TAP (Test Access Port) используют JTAG-интерфейс. Он позволяет работать с высокими тактовыми частотами и обеспечивает улучшенные функциональные возможности при отладке и оптимизации программного кода пользователя.

У микросхемы NP4 имеется один входной интерфейс сигналов TS, на вход которого приходят сигналы MPEG-2/AVC. Интерфейс дескремблирует, демультиплексирует и выделяет требуемые данные конкретной телевизионной программы из транспортных сигналов TS. Пакеты элементарных потоков PES (Packetized Elementary Stream) передаются контроллером прямого доступа к памяти DMA на видео- и аудиодекодеры MPEG-4 через циркулярный буфер, организованный во внешней памяти DDR-SDRAM. Секционные данные направляются контроллером DMA в отдельный буфер для дальнейшей обработки CPU. Фильтр пакетного идентификатора PID обеспечивает выделение для последующей обработки блоков (слотов) 32 PID, представляющих собой видео-, звуковые и информационные пакеты. Дескремблирование происходит в подсистеме TS по стандартам криптографии DVB-CSA и SHL.

К микросхеме возможно подключение двух CI-слотов через сдвоенный ведущий интерфейс стандарта ISO/IEC EN5022 с использованием внешних коммутаторов. Доступ к CAM-модулям, включаемым в систему, и управление

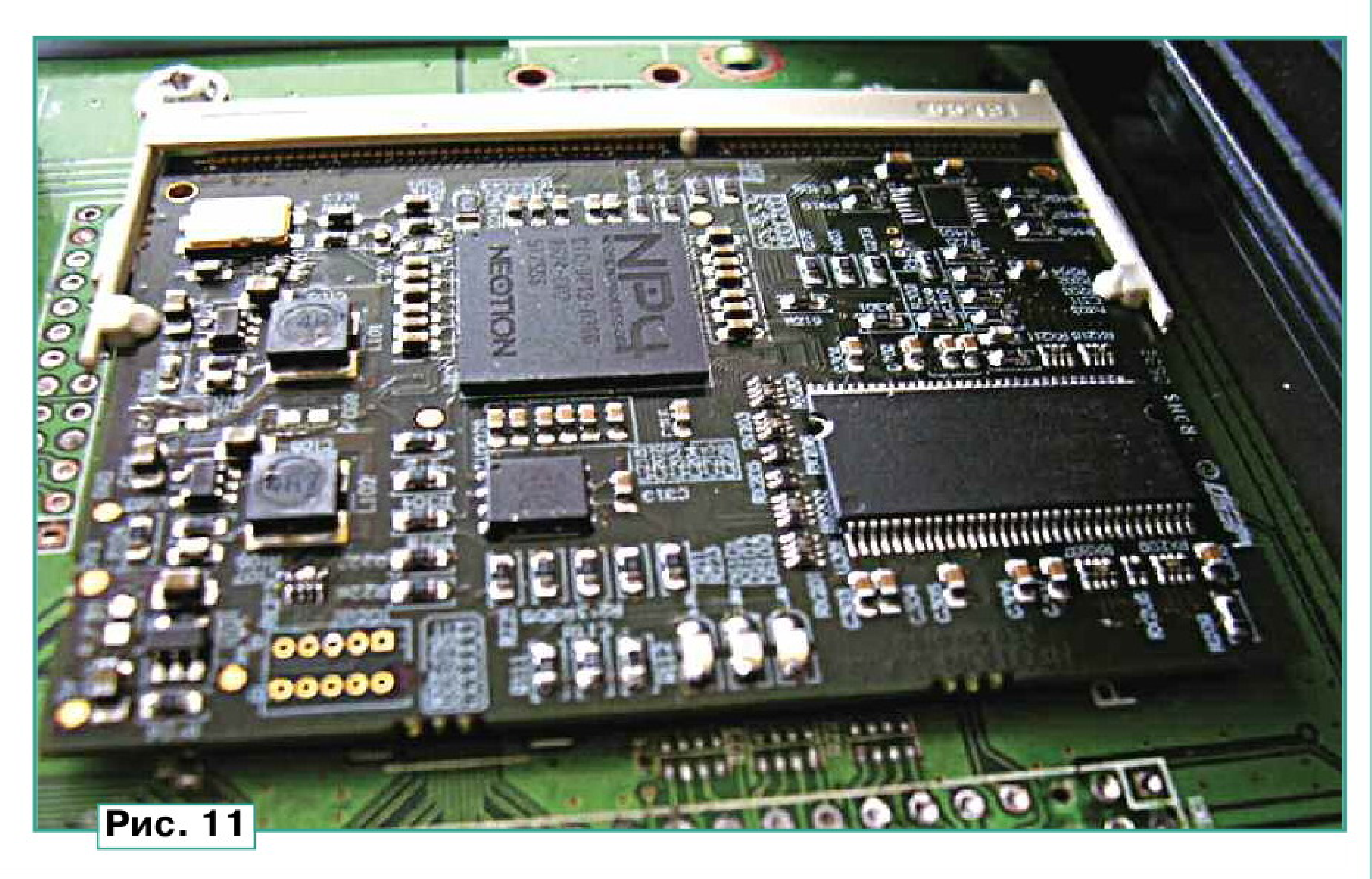


Рис. 11


Рис. 12.1

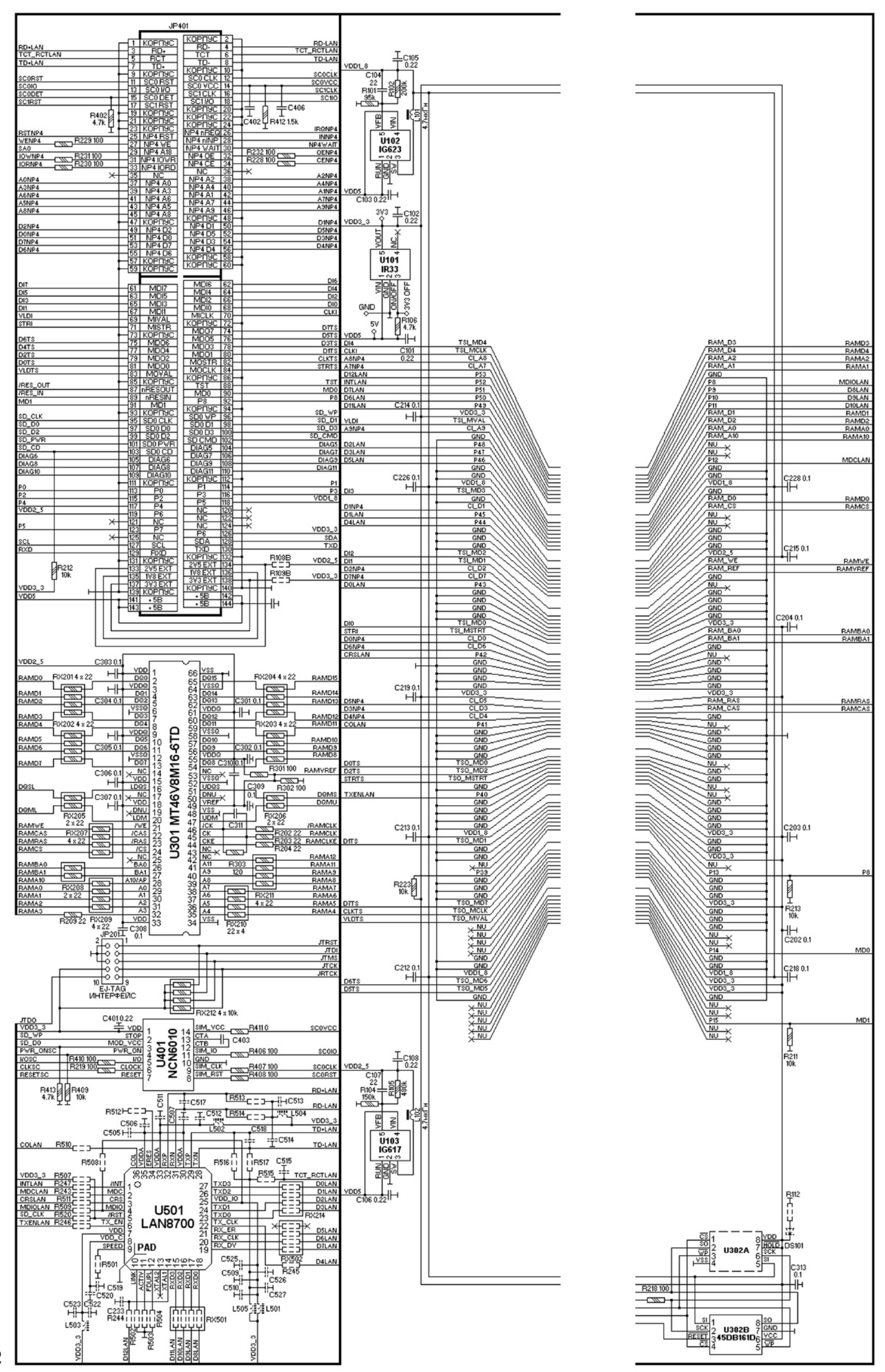

JP401
U301 MT46V8M16-6TD
U401 NCN6010
U501 LAN8700
PAD
U102 IG623
U101 IR33
U103 IG617
U302A
U302B 45DB161D
JP201
EJ-TAG ИНТЕРФЕЙС
RX212 4 x 10k
RX501
RX502
RX214

Рис. 12.2

ими обеспечивает микроконтроллер, работающий в хост-режиме. Микросхема также может работать в качестве "клиента", как это сделано в описываемом коре-модуле, с применением CI-интерфейса как ведомого.

Для обеспечения защиты передаваемой информации возможно использование любых алгоритмов её шифрования (CRYPTOWORKS, DRE CRYPT и других). При этом микросхема содержит аппаратные узлы (криптопроцессор), работающие в системе SHL3 с устанавливаемым индивидуально пользовательским алгоритмом шифрования. Для использования систем со смарт-картами предусмотрен интерфейс ISO 7816-3 (T=0, T=1, T=14).

Видеоподсистема состоит из комбинации видеодекодера AVC и видеокодера AVC, представляющих собой DSP-процессоры. Видеодекодер AVC обрабатывает в реальном времени сигналы телевизионных программ стандартного качества SD с разрешающими способностями 720 × 480 (60 Гц) и 720 × 576 (50 Гц) и запоминает их в MPEG-SRAM. Из этой памяти сигналы Y и C формата 4:2:0 в нескомпрессированном цифровом виде могут выводиться через интерфейс BT.656 на внешний ЦАП. Для преобразования форматов изображения декодер обеспечивает горизонтальную и вертикальную фильтрацию сигналов. Меню пользователя отображается на экране посредством OSD-графики.

Нескомпрессированный видеосигнал из памяти MPEG-SRAM может быть подан на видеокодер AVC. Он может сжимать сигнал в стандарте MPEG-2 в реальном времени и в стандарте AVC не в реальном времени. Такая функция задействована в описываемом коре-модуле. Декодированный цифровой сигнал звукового сопровождения выводится в формате I2S или формате Sony.

Микросхема NP4 содержит большой набор последовательных интерфейсов, обеспечивающих синхронную и асинхронную связь с относительно медленными внешними устройствами. Параллельные (I/O) порты имеют по восемь разрядов. Каждый разряд может быть организован как на ввод, так и на вывод информации. Линии портов выступают связными для выполнения функций синхронных и асинхронных интерфейсов и других устройств. Сетевую работу в микросхеме обеспечивает интерфейс Ethernet MAC 802.3. Он совместим со спецификациями MII 802.3 10/100 BASE-T и стеками IP, UDP, RTP, RTSP, UPnP. Связь может происходить с компонентами WiFi, Bluetooth и Home Plug.

Процессор NP4 производили в 324-выводном корпусе PFBGA размерами 15 × 15 мм. Микросхема питается от трёх постоянных напряжений: ядро — напряжением +1,8 В, шина обмена с памятью DDR-SDRAM — +2,5 В, а периферия и интерфейсы — +3,3 В.

Коре-модуль на микросхеме NP4 декодирует сигналы принятых телевизионных программ, сжатых по стандарту MPEG-4 AVC SD (Level 3.0, Main Profile). Декодер содержит мощный аппаратный ускоритель. Внешний вид коре-модуля представлен на **рис. 11**. Полученный несжатый сигнал кодируется в реальном времени по стандарту MPEG-2 и выводится на выход коре-модуля.

Кроме DRE CRYPT, коре-модуль поддерживает такие распространённые системы криптокодирования, как VIACCESS, IRDETO, CONAX и т. д. в сочетании с необходимым ПО. При этом каждый модуль имеет свой уникальный серийный номер, который защищён от считывания. Для обеспечения функционирования смарт-карт используется полностью совместимый интерфейс ISO 7816-3.

На плате коре-модуля находится FLASH-память объёмом 16 Мбит, содержащая управляющее ПО. Его обновление может происходить из потока DVB путём OTA-апгрейда. Кроме этого, коре-модуль имеет память DDR-SDRAM объёмом 128 Мбит, предназначенную для его функционирования.

Коре-модуль устанавливают в соединитель SO DIMM 144. Размеры модуля — 67,6 × 51 × 2 мм при массе 10 г. Он питается напряжением +5 В. Потребляемый ток (в мА) в зависимости от режима работы следующий:

329 — при декодировании в стандарте MPEG-4 и CA-дескремблировании;

302 — только при декодировании в MPEG-4;

251 — в случае декодирования в стандарте MPEG-2.

На **рис. 12.1** и **12.2** изображена принципиальная схема коре-модуля на микросхеме NP4: на рис. 12.1 показаны элементы и соединения центральной части с процессором, а на рис. 12.2 — расположенные слева и справа от него. Основой коре-модуля следует назвать микросхему U210 — NP4 CIC-0019-0500. Управляющее ПО записано в SPI-FLASH-память U302B — AT45DB161D фирмы Atmel. Микросхема U301 — MT46V8M16-6TD фирмы Micron — DDR-SDRAM-память, а U401 — NCN6010 фирмы ON Semiconductor представляет собой преобразователь уровней для работы SIM-карт и служит интерфейсом картридера. Поскольку в описываемом ресивере сетевой интерфейс не предусмотрен, микросхема U501 и окружающие её элементы не установлены.

Питание микросхем в коре-модуле обеспечивают три интегральных стабилизатора напряжения (DC-DC преобразователи): U101 — +3,3 В, U103 — +2,5 В и U102 — +1,8 В.

В ноябре 2007 г. фирма Neotion представила новое поколение однокристальных AVC-декодеров NP4+ и стала выпускать их в первом квартале 2008 г. Основные отличия нового декодера от предшественника NP4 заключаются в следующих особенностях:

1. В микросхеме применено более мощное ядро на основе CPU ARM926, работающее на тактовой частоте 144 МГц (немного позже были выпущены микросхемы с тактовой частотой 180 МГц), что позволило расширить возможности проектируемых устройств (например, сопровождение звукового стандарта AAC).

2. Криптопроцессор удовлетворил повышенные требования безопасности, позволяющие снизить вероятность несанкционированного доступа к закрытой информации. Дополнительными особенностями стало оснащение кристалла блоками защиты передаваемых данных DTCP (Digital Transmission Content Protection), блоками цифрового шифрования AES (Advanced Encryption Standard) и использованием однократно программируемых OTP-блоков памяти программ. Такие узлы позволили организовать возможность использования стандартов передачи и защиты DLNA (Digital Living Network Alliance) и DRM (Digital Rights Management).

3. Картридер SD-карт стал работать с новым профилем HC, поддерживающим функции DVR (Digital Video Recorder) и отложенного приёма (параллельный приём двух программ с последующим их просмотром).

Спроектированную фирмой Neotion микросхему NP4+ выпускала фирма TEE — европейское подразделение концерна Toshiba corporation. Микросхему производили по технологии 130 нм в 289-выводном корпусе PFBGA размерами 15 ×15 мм.

(Окончание следует)

Корпусная АС для салона автомобиля

А. МАРЧЕНКО, г. Умань Черкасской обл., Украина

В статье рассказано о технологии изготовления автомобильной АС в корпусе с криволинейной образующей. Автор предлагает несколько вариантов применения такой АС в различных акустических условиях и использования как полосового низкочастотного громкоговорителя (сабвуфера).

Тема акустического оформления автомобиля весьма популярна. Разработчики большинства транспортных средств не уделяют ей должного внимания. Размер штатных посадочных мест под динамические головки обычно ограничен до 10...13 см, акустическое оформление практически отсутствует, поэтому низшие частоты воспроизводятся недостаточно эффективно. И если в кузовах типа "седан" возможен вариант повышения эффективности работы головок на низких частотах установкой их в задней панели при условии, что излучение передней части диффузоров направлено в салон, а задней — в багажный отсек, то "универсал", "комби", "хэтчбэк", "минивен" и т. п. лишены возможности такого акустического оформления. В последнем случае без корпусных АС не обойтись. Габаритные размеры таких систем, исходя из особенностей конструкций транспортных средств, должны быть в основном минимальными.

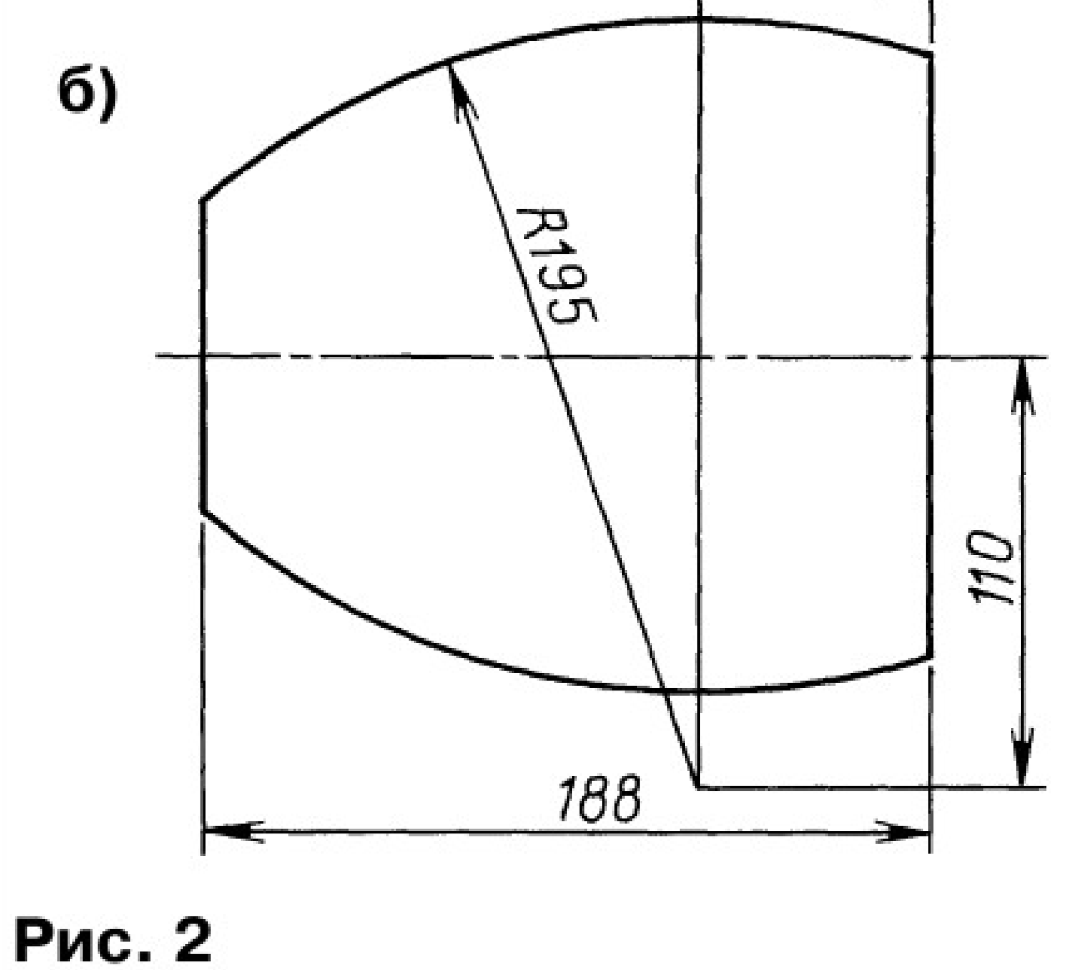
Рис. 1

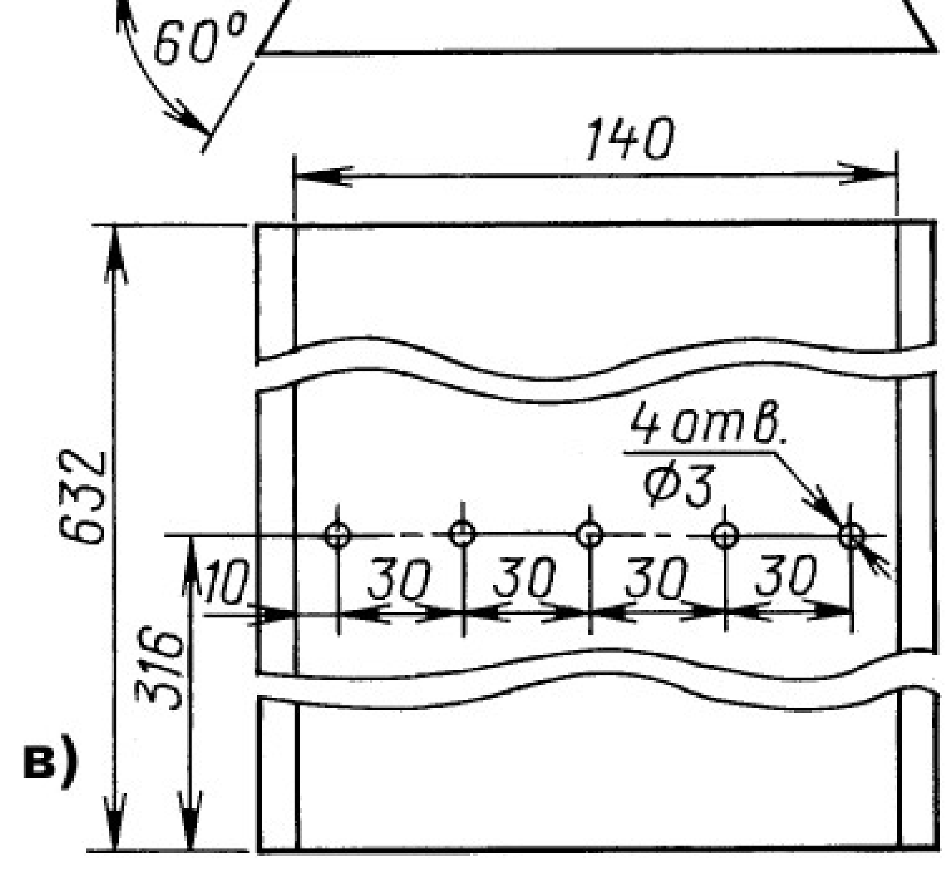
В статье [1] О. Салтыков предложил конструкцию акустической системы с фазоинвертором, внутренним объёмом 8,5 л, с применением низкочастотных головок 6ГД-6 или 10ГД-34 (высокочастотное звено рассматривать не будем). Так называемые "кубики Салтыкова" довольно часто упоминаются в радиолюбительской литературе и по сей день популярны на сайтах Интернета. Среди положительных её конструктивных особенностей следует отметить слабо выраженные стоячие волны внутри корпуса, что исключает необходимость заглушать его объём.

А. Петров в конструкции АС из статьи [2] применил корпуса с изогнутыми боковыми стенками; похожую конструкцию он описал и в книге [3]. Могу предположить, что таким образом автор модернизировал известную конструкцию АС О. Салтыкова, оставив прежний внутренний объём и размеры порта фазоинвертора. Изогнутые боковые стенки корпуса минимизируют внутри стоячие волны. Описанные автором АС разработаны для небольших помещений. Пользоваться двумя такими громкоговорителями в автомобилях неудобно. Однако изготовить для авто АС, подобную показанной на фото **рис. 1**, не так уж трудно. О вариантах её размещения в автомобиле расскажем далее.

Рис. 3

а)





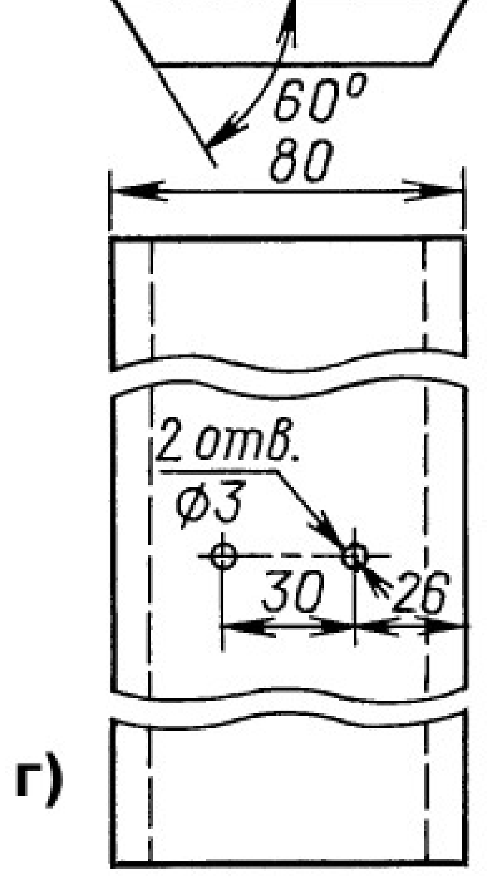


Рис. 2

РАДИО® ЗВУКОТЕХНИКА
тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Для изготовления единого для двух каналов корпуса АС можно использовать такие доступные материалы, как ДСП толщиной 16 мм, ДВП толщиной 3 мм и фанеру толщиной 10 мм.

Детали для каркаса изготавливают из ДСП по чертежам **рис. 2** (каркас состоит из боковин (*а*), перегородки (*б*), передней и задней стенок (*в*, *г*). В домашних условиях для вырезания деталей удобно воспользоваться электролобзиком, у которого предусмотрено изменение угла режущего элемента. Это позволит на заготовках выполнить срез под углом 60°, что уменьшит трудоёмкость работ по округлению кромок. Вырезать следует аккуратно, не спеша, не переходя линию разметки. Неровности после вырезки (кромку с углом 60° не трогают, о ней позже) снимают крупнозернистой наждачной бумагой на дощечке, ориентируясь на разметку. Для уменьшения трудоёмкости работ хорошо использовать электроинструмент — шлифовальную машину ("болгарку"). В деталях в указанных местах сверлят отверстия диаметром 3 мм под шурупы и делают углубления под потайные головки.

Сборка каркаса. Места соединения деталей промазывают полихлоропреновым клеем "Наирит" или похожим на него клеем 88 и выдерживают 20...30 мин, затем повторно наносят клей и после выдержки 5...10 мин приступают к сборке — креплению обеих боковин к передней стенке шурупами диаметром 3 мм (с потайной головкой) и длиной 40 мм. Потом закрепляют заднюю стенку и перегородку, как показано на **рис. 3**, и оставляют сборку сохнуть на 24 ч.

После высыхания клея приступают к округлению кромок, срезанных под углом 60°. Вначале на деталях проводят линии границ, до которых необходимо снимать материал, — это важно, чтобы не убрать лишнее. Сборку закрепляют в тисках горизонтально одной из половин передней или задней детали. Это способствует сохранению целостности конструкции при проведении работ. Крупнозернистой наждачной бумагой на дощечке доводят поверхность половины длины кромки закреплённой части детали, не переходя линии разметки. Далее, закрепив в тиски другую половину детали, проводят доводку оставшейся части кромки. После этого каркас переворачивают и в том же порядке доводят противоположную кромку. Так же поступают и с другой деталью.

Для изготовления нижней и верхней стенок вырезают из ДВП толщиной 3 мм восемь заготовок размерами 670×245 мм. Для формирования стабильного изгиба радиусом 195 мм одну из поверхностей смачивают водой с помощью куска поролона или лоскута ткани, следя за равномерным намоканием, и выдерживают заготовку в течение 30...60 мин. При необходимости подсохшие места дополнительно смачивают. Затем прикладывают деталь к подходящей цилиндрической поверхности мокрой стороной наружу и обвязывают четырьмя резиновыми лентами, вырезанными из старой камеры легкового автомобиля, равномерно расположив витки по всей поверхности. На края заготовки под ленты подкладывают деревянные брусочки сечением 10×10 мм. Для этих целей отлично подходит оконный штапик (**рис. 4**). На цилиндре (бочонке) можно изгибать сразу две заготовки, размещая их симметрично, с противоположных сторон. Для придания заданной формы и полного высыхания заготовок при температуре окружающей среды +15 °С достаточно 24 ч.

Перед приклеиванием первых двух стенок места склеивания промазывают полихлоропреновым клеем "Наирит" и выдерживают 20...30 мин. Повторно промазывают и через 5...10 мин склеивают с каркасом. Для предотвращения сползания деталей каждую наживляют парой небольших гвоздей. Кольцевидными резинками, нарезанными из той же старой камеры для легкового автомобиля, обтягивают каркас с приклеенными стенками, подложив под резинки на края стенок бруски. Середину стенок стягивают с помощью двух брусков сечением 40×40 мм и резиновыми лентами, как показано на **рис. 5**.


Рис. 4


Рис. 5

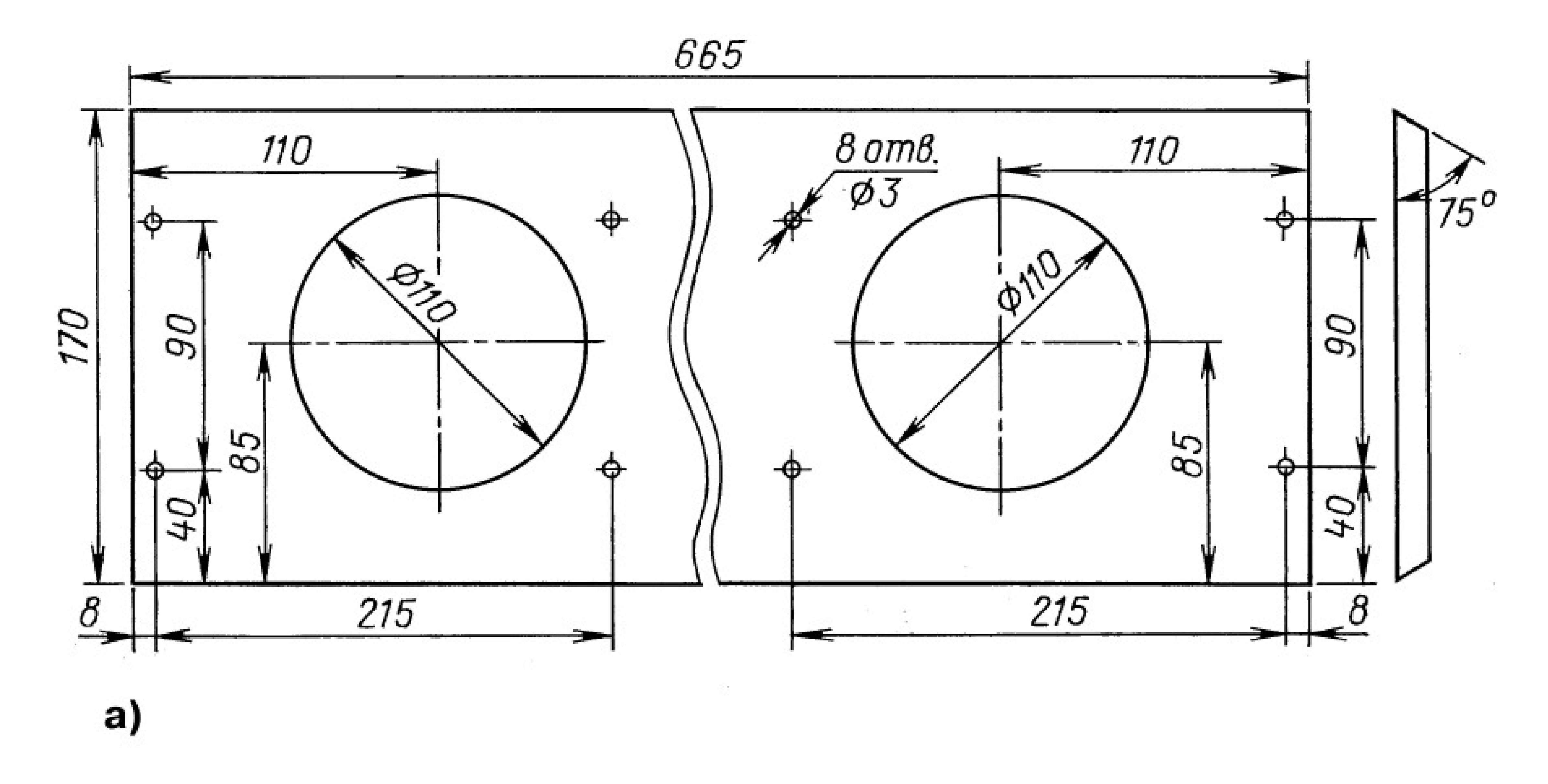
В свободных от стяжек местах вкручивают шурупы диаметром 3 мм и длиной 10...15 мм с потайными головками в местах соединения стенок с боковинами, предварительно сделав зенковку под головки. Расстояние между шурупами выдерживают в пределах 50 мм. После высыхания клея через 24 ч снимают резинки и бруски. По периметру стенок и в области перегородки также вкручивают шурупы. При этом не следует прилагать большое усилие. Удобно использовать электрический шуруповёрт, выставив минимальный или близкий к этому крутящий момент. После этого срезают острым ножом выступающие кромки стенок. Лезвие ножа должно быть достаточно острым и жёстким. Оно не должно изгибаться, поскольку срез будет неровный.

Последующее приклеивание стенок несколько упрощено. Обильно промазывают обе поверхности клеем, выдерживают 5...10 мин и складывают. Стягивают стенки (рис. 5) без использования шурупов. Для более плотного прилегания края стенок возле боковин рекомендуется скрепить мелкими гвоздями. После приклеивания всех деталей обрезанные кромки обрабатывают наждачной бумагой средней зернистости. Выравнивают кромки боковин также в передней и задней плоскостях.

Толщина стенок получилась 13 мм. Изогнутые стенки (в данном случае это нижняя и верхняя панели) позволяют получить исключительно жёсткую и прочную конструкцию корпуса. Для АС мощностью 10...35 Вт толщину плоских стенок обычно выбирают 10...12 мм (фанера, ДСП). Стенки корпуса, особенно передние и задние, предпочтительно делать более узкими и длинными (в [3] с. 151, 152). Клей "Наирит" выбран не случайно, поскольку после высыхания сохраняет эластичность, что положительно сказывается на поглощении вибраций.

По чертежам на **рис. 6** изготавливают накладки из фанеры толщиной 10 мм (передняя — *а*; задняя — *б*). На передней стенке, используя переднюю накладку как шаблон, проводят разметку для отверстий под динамические головки. Вырезают их в следующем

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



а)

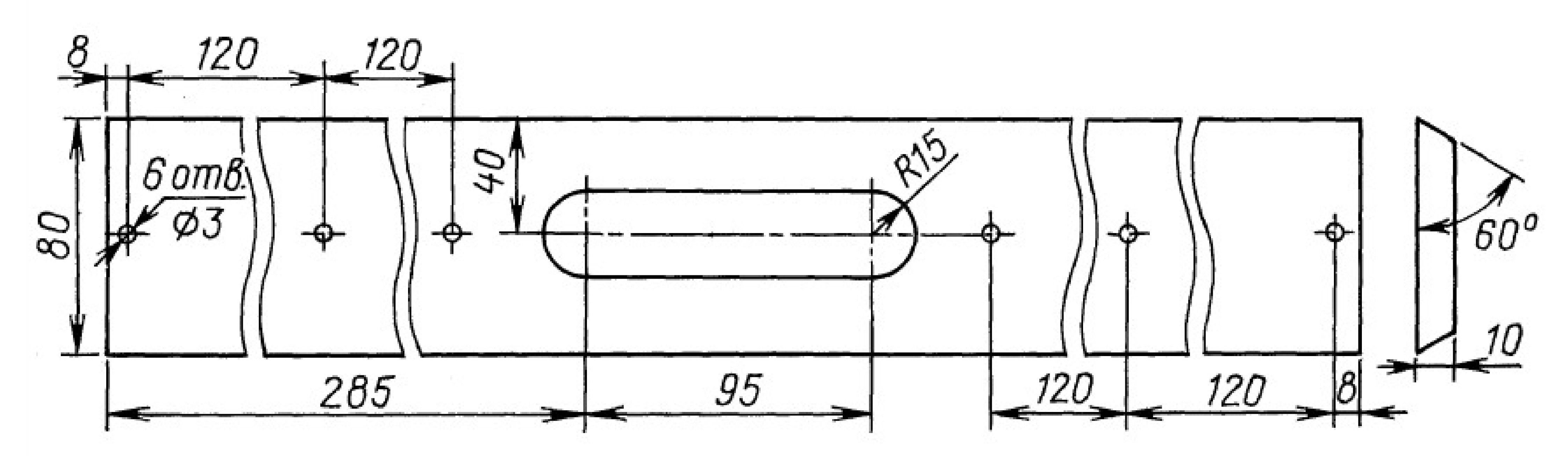


Рис. 6 б)


Рис. 7

порядке. Просверливают отверстие под режущую часть лобзика, по диаметру делают пропил. Это важно, в противном случае мы не сможем извлечь вырезанную часть из корпуса. Выставив пилу лобзика под углом 75°, делают пропил по окружности. Внутренняя часть отверстия должна быть шире, чем наружная. Вырезанный элемент ломают пополам и вынимают из корпуса. Промазывают клеем передние и задние кромки нижней и верхней стенок и выдерживают 20...30 мин. Затем наносят клей на переднюю и заднюю части корпуса и накладки, выдержав 5...10 мин, соединяют. Стягивают резинками и скрепляют шурупами диаметром 3 мм с потайными головками. В местах склеивания с боковинами применяют шурупы длиной 40 мм, остальные — 20 мм. Оставляют изделие на 24 ч. После высыхания доводят кромки накладок заподлицо со стенками. Опять же придерживаются линий, нанесённых на накладки для ориентира. Грани должны быть строго прямолинейными.

Особого внимания заслуживает работа над портом фазоинвертора. В АС А. Петрова он выполнен с тыльной стороны. Применение такой конструкции в автомобиле, при плотной компоновке задней стенки АС с кузовными плоскостями, такое решение будет неэффективным. Поэтому порты фазоинверторов устанавливают с фронтальной стороны (**рис. 7**). Для этого по центру передней части корпуса отступают по 275 мм от внешних краёв боковин и с помощью циркуля проводят разметку под диаметр 32 мм. Вырезают отверстия электролобзиком или дрелью с "балеринкой". Порты (трубки) фазоинверторов длиной 60 мм, внутренним диаметром 30 мм и внешним 32 мм можно изготовить, следуя рекомендациям О. Салтыкова, из алюминиевой трубы, как у пылесоса. Трубку вклеивают в проделанное для неё отверстие диаметром 32 мм эпоксидным клеем. Не исключаются, конечно, и другие варианты материала — пластмасса, картон.

Корпус (рис. 7) ошкуривают среднезернистой наждачной бумагой, удаляя неровности и шероховатости, покрывают нитролаком. Не раньше чем через 24 ч проходят поверхности мелкозернистой наждачной бумагой. Затем универсальной двухкомпонентной автомобильной шпаклёвкой, немного разбавленной растворителем 647, зашпаклёвывают неровности, сколы, места сопряжений деталей. Лишнюю шпаклёвку после отвердевания удаляют с помощью дощечки с наждачной бумагой средней зернистости. При необходимости повторяют процесс. Убедившись в отсутствии дефектов, шлифуют места шпаклёвки мелкозернистой наждачной бумагой. После этого снова покрывают изделие нитролаком. После высыхания лака весь корпус вновь проходят мелкозернистой наждачной бумагой.

Внутренние швы обильно промазывают клеем. Из листа самоклеющегося вибропласта толщиной 1,5 мм (применяется для виброизоляции кузова автомобилей) вырезают четыре куска размерами 300×185 мм и обрабатывают ими внутреннюю поверхность боковых стенок.

Если АС будет использоваться в транспортном средстве, внешнее оформление корпуса желательно вы-

полнить карпетом — обивочным материалом, используемым для отделки салонов, багажников автомобилей. Это не только придаст приятный эстетичный вид в тон обивки салона, но и увеличит демпфирование корпуса, минимизирует дифракционные эффекты, снизит неравномерность амплитудно-частотной характеристики звукового давления, заметно улучшив звуковое восприятие [3].

Один из вариантов эстетического оформления — оклеивание самоклеющейся плёнкой, как показано на **рис. 8**. Для этого вырезают из плёнки заготовку, чтобы можно было обвернуть корпус, оставив запас со всех сторон не менее 20 мм. Сторону, с которой начинают оклеивание, умеренно смачивают с помощью распылителя жидкостью для мытья окон, например, боковую стенку. Перед оклеиванием плёнку отделяют от бумаги с одного края и прикладывают клейкой поверхностью. Затем сухой чистой тряпочкой и пластиковым скребком разглаживают самоклеющуюся плёнку от середины к краям, удаляя тем самым воздух и влагу. Образовавшуюся складку можно разгладить, осторожно потянув за ближайший край, отклеив его и разровняв поверхность. Переходят на переднюю сторону, а потом противоположную и заканчивают сзади, обрезав лишнюю плёнку. Возле оснований оставляют выступающий край плёнки на 5...8 мм. С передней и задней сторон корпуса плёнку заворачивают на боковины. Со сторон верхней и нижней стенок разогревают её феном и аккуратно загибают. От температуры она стягивается, не оставляя складок. Складки на углах срезают. Также рекомендуется феном прогревать в местах отверстий, изгибов, прижимая прогретые участки тряпочкой. Основания оклеивают проще. Для этого вырезают заготовки, на 2...3 мм меньшие, чем размеры боковин. Начинают от фасадной грани: отгибают 10...15 мм бумаги, прилаживают плёнку на изделие и аккуратно одной рукой отклеивают бумагу, а другой разглаживают плёнку, после чего ножом вырезают лишнюю плёнку в отверстиях.


Рис. 8

Установку и подключение динамических головок проводят следующим образом. С тыльной стороны корпуса закрепляют четыре резьбовые (4 мм) клеммы, для каждого отсека по две. Подсоединяют к ним провода длиной 40...50 мм. Для удобства в подключении клеммы и провода подбирают разные по цвету или с пометками "+" и "–". На концы проводов, соединяемых с динамическими головками, крепят ножевые клеммы, соразмерные с контактами динамических головок, изолировав их термоусадочной трубкой. Размечают места под шурупы для крепления динамических головок и просверливают отверстия диаметром 2...2,5 мм. Динамические головки к корпусу крепят герметично, изолировав корзину головки от корпуса. Для этого в отрезке резины, например, от автомобильной камеры, вырезают отверстие диаметром 110 мм, прикладывают к тыльной стороне динамической головки, отмечают места под монтажные отверстия. Пробойником нужного калибра или заточенной трубкой проделывают четыре отверстия. Обезжирив тыльную сторону корзины головки и зачистив наждачной бумагой склеиваемую сторону резинки, смазывают клеем "Наирит". Выдержав 5...10 мин, соединяют, после чего лишнюю резину обрезают ножницами заподлицо с корзиной. Также на наружной стороне динамических головок, в местах монтажных отверстий, приклеивают резинки, например, от велосипедной камеры. В отверстия вставляют обрезки полихлорвиниловой трубки, подобрав их таким образом, чтобы они плотно прижимались к стенкам отверстий и давали возможность свободно входить шурупам. При необходимости отверстия рассверливают до нужного диаметра. Устанавливают динамические головки в корпус. Поверх ставят сеточки с ободками от среднечастотных головок легендарных S-90, фиксируя шурупами. Изделие готово к эксплуатации.

А. Петров в [3] подчёркивает, что долголетняя эксплуатация громкоговорителя О. Салтыкова [1] показала: фазоинверторное оформление в виде корпуса объёмом 8,5 л и туннеля диаметром 30 и длиной 60 мм не критично к смене НЧ-головок. Он рекомендует использовать динамические головки 25ГДН-3-4, которые при одинаковых установочных размерах отличаются от 6ГД-6 и 10ГД-34 (новое название — 25ГДН-1) меньшей частотой основного резонанса и большей чувствительностью. В статье [4] А. Петров также предложил применить головки 25ГДН-1-4 и 25ГДН-3-4. Взаимозаменяемость головок с подходящими монтажными размерами, без внесения каких-либо изменений в элементы конструкции, расширяет варианты её применения — как широкополосной, так и низкочастотной.

Начнём с первого варианта. Коаксиальная акустика — это пара головок с раздельными полосами воспроизведения, где дополнительная расположена на одной оси с основной динамической головкой полосы НЧ/СЧ. Динамические головки этого типа (фото на **рис. 9**) получили название коаксиальных. Чаще всего для озвучивания задней зоны автомобиля не требуется физический разнос ВЧ- и НЧ-головок. За звуковую панораму целиком отвечает передняя АС, а задней отводится вспомогательная роль, с чем вполне успешно справляется коаксиальная. Акустическое оформление в виде корпуса с фазоинвертором заметно увеличивает её эффективность на низких частотах. Поэтому вполне приемлемо использование корпуса, изготовленного по вышеизложенной технологии, с коаксиальными головками диаметром 13 см в задней части автомобилей с кузовом типов "универсал", "комби" или "хэтчбэк".

Второй вариант пригоден для использования, при необходимости, физического разноса динамических головок, работающих в полосах СЧ, ВЧ и НЧ. В штатные места автомобиля устанавливают широкополосные головки. К ним через разделительные фильтры и разъёмы подключают динамические НЧ-головки, установленные в корпус, и размещают его в удобном месте. Такая необходимость может возникнуть при перевозке каких-либо грузов. Освободив место, занимаемое корпусной акустической системой, не избавляются от акустического оформления задней части салона. При отсоединении системы фильтры отключаются.

Третий вариант — подключение к головному устройству с выходом канала сабвуфера. Ещё одной особенностью автомобиля является бортовое

напряжение 12 В, величина которого ограничивает выходную мощность аудиосистемы. Некоторые производители для повышения мощности изготавливают усилители, рассчитанные на нагрузку в 2 Ом. Например, автомагнитола Pioneer DEH-2300UB имеет четыре выхода для подключения громкоговорителей для работы в обычном режиме мощностью по 50 Вт на номинальном сопротивлении нагрузки 4 или 8 Ом на канал. При включении функции подключения сабвуфера два выхода (фронтальные каналы) работают в обычном режиме, а другие два — в режиме сабвуфера. В устройстве предусмотрены регулировки частоты среза: 50, 63, 80, 100, 125 Гц, уровня громкости сабвуфера от –24 до +6 дБ, сдвига фазы на 180°. В качестве нагрузки для канала сабвуфера, конечно, можно обойтись двумя низкочастотными головками по 4 Ом, подключёнными к каждому каналу соответственно. Но для более эффективного его использования разработчик рекомендует подключать сабвуфер мощностью 70 Вт сопротивлением 2 Ом к одному определённому каналу. Головки с сопротивлением звуковой катушки 2 Ом весьма редки. Однако можно обойтись двумя недорогими широкодоступными низкочастотными головками 25ГДН-1 или 25ГДН-3-4. При наличии двух головок мы имеем возможность манипулировать нагрузкой. Например, для нагрузки на два канала подключают отдельно к каждому каналу головку 25ГДН-3-4 (по 4 Ом). Нагрузку в 2 Ом на один канал создают этими же головками, включёнными синфазно параллельно. К тому же существенно выигрываем в объёме корпуса акустического оформления головок. Мощные низкочастотные головки имеют диффузоры большого диаметра, что, в свою очередь, требует под них корпус большого объёма. К примеру, для динамической головки 75ГДН-1-4 необходим корпус фазоинвертора внутренним объёмом не менее 40 л! Внутренний же объём нашего изделия всего 17 л.

И последний, четвёртый вариант, для которого, собственно, и изготавливалось это изделие. Через линейный выход магнитолы для подключения сабвуфера можно подсоединить усилитель на



Рис. 9

микросхеме TDA1562Q. Усилитель имеет мощность до 70 Вт (так заявляет производитель) и рассчитан на нагрузку 4 Ом. В этом случае, применив две головки 25ГДН-1Л по 8 Ом, включённых синфазно параллельно, имеем и соответствующие нагрузку в 4 Ом, нужную мощность и относительно небольшие габариты акустической системы.

Сравнительное прослушивание описываемой АС и близкой по конструкции АС фирмы JVC (размерами НЧ головки, наличием фазоинвертора, приблизительно одинакового объёма, корпуса в форме параллелепипеда из МДФ) показало, что АС от JVC утомительно действует на слушателя при воспроизведении низких частот. У описанной конструкции этого не наблюдается. Как автомобильный сабвуфер, такая АС звучит хорошо, особенно при частоте среза 63 или 80 Гц, какие-либо призвуки отсутствуют, при прикладывании к стенкам корпуса ладони вибраций не ощущается.

Акустическая система подвергалась различным доработкам, например, изменением размеров порта фазоинвертора, заполнением звукопоглощающим материалом. Заметных улучшений достигнуто не было, что доказывает оптимальность расчётов О. Салтыкова.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Салтыков О.** Малогабаритный громкоговоритель, — Радио, 1977, № 11, с. 56, 57.

2. **Петров А.** Малогабаритный трёхполосный громкоговоритель. — Радио, 2001, № 12, с. 15—17.

3. **Петров А.** Звуковая схемотехника для радиолюбителей. — С.-Пб.: Наука и Техника, 2003.

4. **Петров А.** Активный сабвуфер для компьютера. — Радио, 2006, № 10, с. 22—26.

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. Роскомнадзор отдал выставленную на торги новую столичную частоту 105 МГц литературной радиостанции "Радио Книга". Это решение Роскомнадзор принял досрочно, до подведения итогов конкурса (29 апреля). По условиям конкурса время вещания новой литературной московской радиостанции должно быть ежедневным и круглосуточным. "Радио Книга" с ноября 2014 г. вещает на частоте 106,4 МГц в г. Волгограде. Напомним, что свободная УКВ-частота в Москве была разыграна впервые с 2007 г. (источник — URL: **http://www.sostav.ru/publication/novaya-fm-chastota-dostalas-nikolayu-rastorguevu-15962.html** (24.04.15)).

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. 1 апреля с полуночи по московскому времени РТРС возобновила эфирную трансляцию радиостанции "Nostalgia FM" в г. Санкт-Петербурге. Вещание ведётся круглосуточно на частоте 98,6 МГц (источник — URL: **http://spb.rtrn.ru/news/read/476/** (24.04.15)).

Примечание. *Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

АДЫГЕЙСКАЯ РЕСПУБЛИКА. ГТРК "Адыгея" транслирует программы иновещания на коротких волнах по следующему расписанию:

— с 18.00 до 19.00 — на адыгейском, арабском и турецком языках по понедельникам;

— с 18.00 до 19.00 — на адыгейском языке по пятницам;

— с 19.00 до 20.00 — на адыгейском языке по воскресеньям.

Всё вещание ведётся на частоте 7325 кГц, мощность передатчика — 100 кВт, азимут — 188°.

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. В г. Барнауле зазвучат ещё две новые радиостанции — "Звезда" и "Радио Дача" на частотах 107,4 и 107,9 МГц соответственно. Это стало известно в ходе подведения итогов конкурса, проводимого Роскомнадзором (источник — URL: **http://myaltai.com/2015/03/25/6502.html** (24.04.15)).

21 апреля филиал РТРС "Алтайский КРТПЦ" начал трансляцию программ радиостанции "Радио России" на частоте 104,7 МГц в г. Бийске. Сигнал станции охватывает около 300 тыс. жителей (источник — URL: **http://altai.rtrs.ru/news/read/315/** (24.04.15)).

КАРЕЛИЯ. Радиостанция "Маяк", транслирующая свои передачи в г. Петрозаводске, перешла на новую частоту — 107,9 МГц. Такое решение приняло руководство ВГТРК, в холдинг которой входит станция. Раньше "Маяк" можно было услышать на частоте 64,75 МГц. Для перевода вещания на другую частоту сотрудники филиала РТРС в Карелии смонтировали новый передатчик мощностью 500 Вт. Трансляция "Маяка" идёт в режиме моно (источники — URL: **http://petrozavodsk.rfn.ru/rnews.html?id=1568845&cid=** и **http://karelia.rtrs.ru/news/read/284/** (24.04.15)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. Радиостанция "Радио Дача" начала трансляции своих программ в г. Геленджике Краснодарского края на частоте 88 МГц, общий охват населения — 75,2 тыс. человек (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/2352.htm** (24.04.15)).

1 апреля 2015 г. радиостанция "Юмор FM" появилась в эфире г. Туапсе. В настоящее время вещание осуществляется в техническом режиме на частоте 93,6 МГц (источник — URL: **http://www.vkpm.ru/?an=rus_news_page&uid=78935** (24.04.15)).

КОСТРОМСКАЯ ОБЛ. РТРС начал трансляцию программ радиостанции "Радио Пионер" в г. Шарье и в Шарьинском районе на частоте 104,7 МГц (источник — URL: **http://kostroma.rtrn.ru/news/read/70/** (24.04.15)).

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. Началась трансляция программ радиостанции "Русское радио" в г. Выборге. Вещание

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ведётся на частоте 103,5 МГц. "Русское Радио" стало четырнадцатой радиостанцией, которую РТРС транслирует в УКВ-диапазоне с использованием передающих технических средств Выборгского цеха телерадиовещания (источник — URL: **http://spb.rtrn.ru/news/read/481/** (24.04.15)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. РТРС начала транслировать программы радиостанции "Татар Радиосы" в г. Сергаче Нижегородской обл. Вещание ведётся круглосуточно на частоте 91,4 МГц. В сетке программ предусмотрены региональные врезки. "Татар Радиосы" ("Татарское радио") — национальная радиостанция, вещающая на татарском языке. Основу эфира составляет популярная татарская музыка различных стилей и направлений (источник — URL: **http://nnovgorod.rtrs.ru/news/read/311/** (24.04.15)).

ОМСК. В г. Омске заработают "Наше радио", которое можно будет слушать уже в этом году, настроив приёмник на частоту 100,6 МГц, а также радиостанция "Energy FM" — на частоте 89,1 МГц (источник — URL: **http://www.kp.ru/online/news/2014032/** (24.04.15)).

РЯЗАНЬ. Прекратила вещание радиостанция "Рок Радио", работавшая на частоте 96,9 МГц. В ближайшее время его частоту займёт новая станция "День". Как говорится в информации областного РТПЦ, формат станции — "популярные песни девяностых и нулевых годов на русском и иностранном языках, а также хиты 80-х и последних лет" (источник — URL: **http://www.kp.ru/online/news/2038115/** (24.04.15)).

САРАТОВ. Радиостанция "Русская служба новостей" появилась в эфире г. Саратова на частоте 101,1 МГц. На первых порах в регионе будет ретранслироваться московский эфир, но вскоре планируется осуществлять и местные врезки. Саратов стал пятым городом, где вещает эта радиостанция. "Русская служба новостей" работает в г. Москве на частоте 107 МГц, в г. Санкт-Петербурге — на частоте 92,9 МГц, в г. Ижевске — на частоте 97,8 МГц и в г. Глазове — на частоте 99 МГц (источник — URL: **http://rusnovosti.ru/posts/370267** (24.04.15)).

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. Сетевая радиостанция "Радио Дача" теперь звучит в г. Осташкове Тверской обл., частота вещания — 106,8 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/2328.htm** (24.04.15)).

ЧУВАШСКАЯ РЕСПУБЛИКА. К региональной сети вещания "Радио Дача" присоединились:

— г. Шумерля, частота вещания — 107,2 МГц;

— г. Алатырь, частота вещания — 104,3 МГц;

— г. Канаш, частота вещания — 104,6 МГц (источники — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/2374.htm** и **http://www.krutoymedia.ru/news/2362.htm** (24.04.15)).

ЗАРУБЕЖНЫЕ РАДИОСТАНЦИИ

БЕЛАРУСЬ. "Белтелерадиокомпания" — главный медиахолдинг страны и Министерство иностранных дел Республики Беларусь запустили совместный проект. Теперь всё вещание радиостанции "Беларусь" автоматически ретранслируется в режиме on-line на сайте МИД Беларуси (**http://belarusfacts.by**). Посетители портала могут не только прочитать, но и услышать всю интересующую их информацию о Беларуси на восьми языках: белорусском, русском, английском, немецком, польском, французском, испанском и китайском (источник — URL: **http://www.belta.by/ru/all_news/society/Radio-Belarus-rasshirjaet-prisutstvie-v-mirovom-mediaprostranstve_i_700548.html** (24.04.15)).

Частотное расписание радиостанции "Беларусь" (иновещание) на русском языке:

— с 14.00 до 16.00 — на частоте 11730 кГц, мощность передатчика — 100 кВт, направление трансляции — 246° (Западная Европа);

— с 22.00 до 23.00 — на частотах 11730 и 11930 кГц, мощность передатчиков — 100 и 125 кВт соответственно, направление — 246° и 252° (Западная Европа).

Сайт радиостанции: **http://www.radiobelarus.tvr.by**.

НОРВЕГИЯ. Министерство культуры Норвегии объявило о грядущем отключении УКВ ЧМ-вещания в стране в связи с переходом Норвегии на цифровые стандарты радиовещания DAB и DAB+. Отключение национальных УКВ ЧМ-сетей начнётся 11 января 2017 г. и завершится до конца года.

Цифровое вещание в стране началось в 1995 г. Сейчас больше половины норвежских слушателей используют именно этот формат. К весне 2015 г. DAB-покрытие в стране в несколько раз превысило покрытие УКВ ЧМ. На "цифру" перешли 22 национальные радиостанции, на УКВ остаётся только пять ЧМ-станций.

Цифровое вещание не требует от пользователя специальных настроек, оно считается более защищённым от помех и имеет более чёткое звучание. Стоимость вещания в DAB в восемь раз меньше, чем в УКВ ЧМ.

Общенациональный переход на цифровое радиовещание рассматривают и другие страны Европы, однако конкретных окончательных сроков ни одна из них не называла. В России также происходит постепенный переход к цифровому радиовещанию. В рамках первого мультиплекса цифрового телевидения в формате DRM вещают радиостанции "Радио России", "Маяк" и "Вести FM" (источник — URL: **http://lenta.ru/news/2015/04/20/norwayradio/** (24.04.15)).

РУАНДА. Прекратил свою работу коротковолновый ретрансляционный центр "Немецкой волны" в местечке Кигали (Kigali) в Руанде. Помимо "Deutsche Welle", его передатчики использовали для организации своего иновещания некоторые другие страны. С закрытием центра прекратилось вещание довольно экзотического для радиолюбителей "Radio Rwanda" ("Радио Руанда") на постоянно используемой частоте 6055 кГц.

СЕРБИЯ. "Международное радио Сербии" анонсировало закрытие своего коротковолнового радиопередающего центра с 30 июня 2015 г., после 79-летнего периода трансляций в эфире. В последние годы вещание станции велось на 12 языках.

По этому поводу перед зданием правительства прошла мирная акция протеста сотрудников "Международного радио Сербии". Представители сотрудников радио передали письмо премьер-министру Сербии Александру Вучичу с намерением привлечь внимание к проблеме упразднения этого СМИ и указать на негативные последствия для государства (источник — URL: **http://voiceofserbia.org/ru/content/акция-протеста-сотрудников-«радио-югославия»** (24.04.15)).

Хорошего приёма и 73!

Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000. *Часть 10*

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

Тракт первой ПЧ (55845 кГц) и обзор кварцевых фильтров

В этом разделе мы начнём доработку тракта первой ПЧ, который, на первый взгляд неопытного радиолюбителя, содержит много сложных моментов. Чтобы настройка кварцевых фильтров не превратилась в вечное мучение, сначала ознакомимся с этой категорией радиоэлементов и приведём УПЧ в живой рабочий режим, без которого нельзя наладить фильтры.

Радиоприёмники с высокой первой ПЧ

Выбором высокой первой ПЧ, превышающей верхнюю границу принимаемого диапазона сигналов, в КВ-приёмнике решаются основные проблемы частотного преобразования в первом смесителе в реальных условиях загруженного эфира. Такое решение предопределяет возможное качество приёмника. Плюс такого решения — упрощение требований к входным фильтрам, например, можно обойтись без перестраиваемых фильтров, что резко снижает стоимость, массу и габариты. Эта эффективная концепция стала доступной для реализации в бытовых всеволновых радиоприёмниках в начале 90-х годов прошлого века, когда появились недорогие кварцевые фильтры на частоту 45 МГц и микросхемы ФАПЧ с малым энергопотреблением на частоту до 150 МГц. Обычно выбирают частоту первой ПЧ не менее чем в 1,5 раза больше верхней границы принимаемого диапазона, желательно более 1,67 (а это все наши приёмники с первой ПЧ 55845 кГц), почти идеально, если в 2...3 раза. За этими цифрами стоит в первую очередь планирование помехоустойчивости с учётом комбинационных каналов приёма $F_{пч} = n \cdot F_{вх} \pm m \cdot F_{гет}$. С повышением частоты ПЧ "выпадают" те комбинационные каналы, у которых была бы значительная амплитуда. В подавляющей массе современных бытовых всеволновых приёмников применяется первая ПЧ 55845 кГц, что представляет разумный компромисс по отношению сложности и качества к стоимости. В бытовой и гражданской радиоприёмной аппаратуре в основном применяются двухрезонаторные кварцевые фильтры или простые сборки из них. На **рис. 10.1** показаны нормированные АЧХ различных широко применяемых в трактах ПЧ фильтров.

У фильтров на частоту 55845 кГц (55R08 в PL-600, PL-660 и во многих других, а также 55R15 в S-2000) присутствуют существенные паразитные полосы пропускания, и только приёмники с двумя фильтрами могут потенциально "играть в высшей лиге" (S-2000 и PL-660). Приёмники с первой ПЧ на 45 МГц обладают на порядок лучшей избирательностью в ближнем диапазоне от +25 до +400 кГц (фильтр 45W07), но в случае применения широкополосной входной цепи больше страдают от комбинационных помех. Фильтры на 55845 кГц работают на третьей гармонике, где подавление паразитных резонансов осуществить сложнее. Фильтр QF20 (ФП2П-389) военного производства сделан из качественного материала, его АЧХ — "чистая", как у LC-фильтров. При его монтаже с надёжной экранировкой исчезнут глубокие провалы на частотах в диапазоне ±65 кГц (они образуются за счёт прохода сигнала через паразитную ёмкость монтажа), они выравниваются в его монотонно убывающую АЧХ, которая при расстройке ±150 кГц "углубляется" ещё на 20 дБ без выбросов более −70 дБ. На рис. 10.1 частотная шкала для фильтра QF20 сжата в два раза — у него полоса пропускания 40 кГц и сканировался диапазон −200...+800 кГц. Фильтр QF10.7 (производство — Россия) уступает "военному" изделию на 20 дБ, но если в приёмнике применить сборку из двух—четырёх таких фильтров, сквозная АЧХ получается вполне качественной. На примере фильтра 45W07 (оранжевая кривая) показан результат его неправильного согласования — вместо номинального согласования на сопротивление 390 Ом он нагружен на сопротивление 2,2 кОм. Уровень побочных резонансов превышает уровень в полосе пропускания на 3 дБ, а ширина полосы пропускания основного канала увеличилась в семь раз. Кварцевые фильтры всегда надо настраивать с помощью панорамного измерителя АЧХ и проверять их в области паразитных резонансов, иначе весь ваш добросовестно задуманный приёмник может превратиться в "мыльницу". Особенно "страшные" результаты можно получить, настраивая в наших приёмниках "на слух" фильтры 55R08 и 55R15.

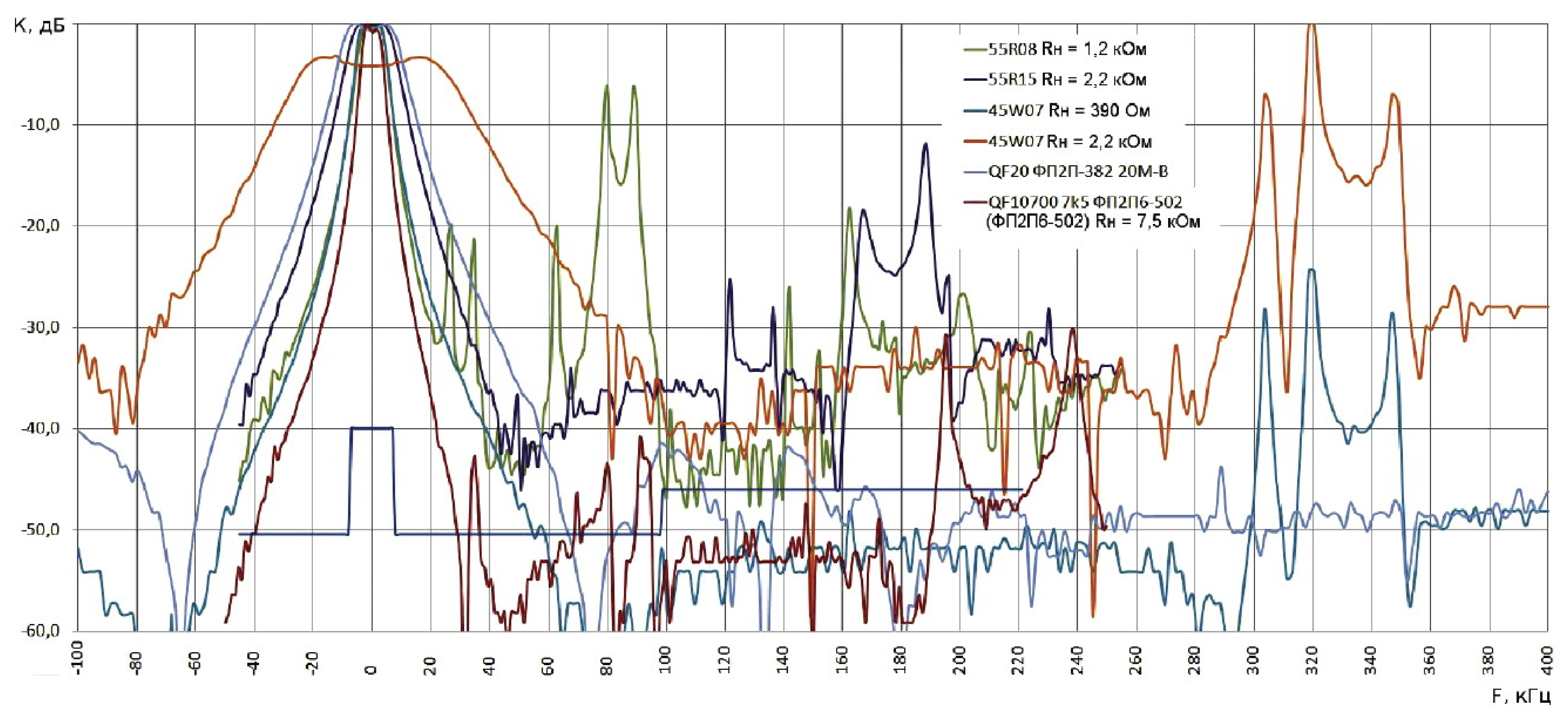


Рис. 10.1

В предыдущих доработках наше внимание было в основном уделено разделению полезного сигнала и сигналов в непосредственно двух соседних каналах. В продолжение этих мыслей хотелось бы также в тракте первой ПЧ иметь полосу пропускания не более 4/8/10 кГц для приёма SSB/AM/DRM. В области частот 50 МГц такую узкую полосу про-

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2014, № 9—12; 2015, № 1—5

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

пускания смогут обеспечить только кварцевые фильтры. При правильной настройке один фильтр 55R15 (55R08) даст полосу пропускания 15 (8) кГц по уровню –3 дБ и плоскую вершину АЧХ с полосой пропускания около 10 (6) кГц. Фильтр 55R15 обеспечил бы в S-2000 полноценный приём DRM-сигналов с шириной спектра 10 кГц, но в заводском S-2000 тракт второй ПЧ не может выдать на разъём на задней панели "IF455kHz" полноценный сигнал. Так как в полосу 15 кГц "впишутся" до трёх сигналов АМ-радиостанций и до шести — SSB, к тракту первого УПЧ предъявляются особые требования по линейности. А второй смеситель должен работать не хуже первого, что в бытовых приёмниках бывает крайне редко.

Тракт усиления первой ПЧ

Анализ УПЧ первой ПЧ выявил существенную нелинейность тракта, сильно искажённую форму АЧХ фильтров, неполадки с коэффициентами передачи отдельных каскадов. Если первый смеситель в приёмниках всего семейства оказался собран по очень удачной схеме, на которой в основном и базировался успех всей линейки приёмников за многие годы, то, начиная с его выходного контура, увидим "криминал и саботаж", причём в каждом из приёмников по-разному. На **рис. 10.2** показана заводская схема тракта первой ПЧ (55845 кГц) с ранее проведёнными доработками (показаны зелёным цветом), которые должны быть реализованы до начала текущих работ. Замена резистора 1R105 катушкой индуктивности ("первая помощь") не является принципиальной.

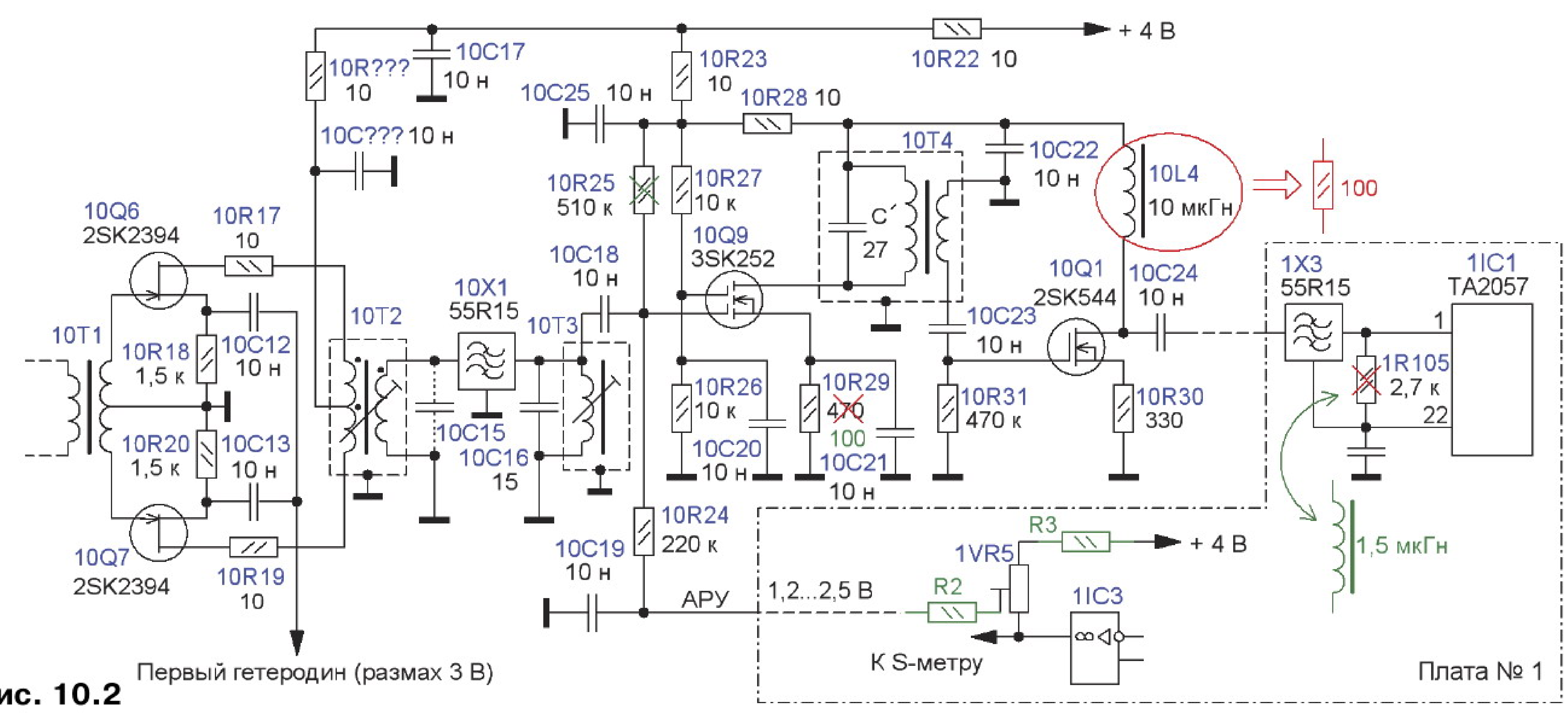


Рис. 10.2

Первый смеситель собран на транзисторах 10Q6 и 10Q7 (транзисторы 2SK2394 с p-n переходом можно заменить транзисторами BF861C, BF862 и 2SK3557 подгруппы Y7 с самым большим начальным током стока). Он эффективно подавляет на своём выходе сигнал первого гетеродина, но без препятствия пропускает входные сигналы на частоте первой ПЧ (55845 кГц), а также сигналы на основной гармонике кварцевых фильтров (18660 кГц). Без сигнала гетеродина транзисторы близки к состоянию отсечки, ток стока — около 1 мА. При отрицательных полуволнах сигнала гетеродина (размах 3 В) транзисторы одновременно переводятся в линейный режим, и смеситель представляет собой двухтактный усилитель хорошего качества. Можно упрощённо считать, что каждый транзистор 1/6 часть времени работает с крутизной около 18 мА/В, а в среднем — около 3 мА/В, итого вдвоём — 6 мА/В. Среднее выходное сопротивление смесителя на выходной обмотке трансформатора 10T2 — около 2 кОм (от каждого транзистора по 4 кОм). С учётом резонансного сопротивления самого LC-контура, в который входит трансформатор 10T2 (4,2 кОм), его выходное сопротивление не превышает 1,6 кОм, а в заводской схеме — не более 1 кОм из-за отсутствия конденсатора 10C15. Эти сопротивления влияют на АЧХ первого кварцевого фильтра 10X1. Выходной сигнал смесителя содержит две спектральные составляющие $F_{гет} + F_{вх}$ и $F_{гет} - F_{вх}$, поэтому коэффициент передачи смесителя делится на два и составляет $K_п \approx$ $\approx$ 0,5·6 мА/В(1...1,6) кОм $\approx$ 3...4,8 (без подключённого фильтра 10X1). До первого затвора транзистора 10Q9 усиление составляет 2,5...4 (9...12 дБ) по причине неудачно завышенного в два раза импеданса (около 4,5 кОм) на выходе фильтра 10X1.

Отрицательная полуволна сигнала гетеродина хорошо усиливается в смесителе (транзисторы 10Q6 и 10Q7 в данном случае включены по схеме с общим затвором). В выходном фильтре 10T2 сигналы складываются в противофазе и частично компенсируются (подавление до 30 дБ), после чего на вход кварцевого фильтра 10X1 поступает сигнал гетеродина размахом до 0,1 В (приём в диапазоне ДВ, измерения проведены с удалённым фильтром 10X1, перемычкой к катушке 10T3 и нагрузкой 100 Ом у стока 10Q9, $K_у$=1). При приёме ДВ-сигналов на частотах 160...190 кГц сигнал гетеродина проходит через фильтр в области паразитных резонансов (рис. 10.1 — фильтр 55R15) с малым затуханием, всего 12...24 дБ. На затвор транзистора 10Q9 поступает сигнал гетеродина амплитудой 12...25 мВ, затем он усиливается до 240...500 мВ (в заводском варианте, где АРУ действует слишком поздно), а после доработки АРУ — до 350...750 мВ (при максимальном усилении, RF GAIN в положении MAX). Но даже вне этой паразитной резонансной полосы подавление не превышает 40 дБ, и в среднем всегда на первый затвор транзистора 10Q9 в диапазоне ДВ поступает сигнал гетеродина амплитудой 3 мВ. На затворе транзистора 10Q1 будет уже около 100 мВ — далеко не все полезные сигналы имеют такую амплитуду.

Если предположить, что на входе первого смесителя присутствуют два сигнала размахом до 10 мВ, попадающих после преобразования в полосу пропускания первой ПЧ, на затвор транзистора 10Q9 поступит суммарный сигнал размахом до 80 мВ. Для качественной работы приёмника подобные сигналы не должны влиять на коэффициент усиления УПЧ, чтобы не модулировать по амплитуде более слабые сигналы. Для предстоящей доработки поставим три задачи:

— обеспечить транзисторам в УПЧ максимально линейный режим, при котором размах напряжения сигнала до 200 мВ на затворах не вызывает его заметного ограничения;

— увеличить подавление сигнала гетеродина;

— устранить искажения АЧХ двух кварцевых фильтров первой ПЧ.

Линеаризация УПЧ на транзисторе 10Q9

На характеристике транзистора 3SK252 (см. рис. 5.13) для каждого значения напряжения второй затвор—исток ($U_{з2и}$) можно найти участок ("вершину"), где зависимость крутизны от напряжения на первом затворе относительно постоянна (горизонтальная часть). Эти "вершины" более растянутые и пологие при больших значениях $U_{з2и}$, что делает усилитель более устой-

чивым к мощным сигналам. Подборкой резистора в цепи истока этого транзистора (100 Ом вместо 470 Ом) мы уже перевели транзистор на "вершину", где $U_{зи} \approx 1,5$ В (было 1 В), на которой предполагаемые сильные сигналы мало перемешиваются.

Фильтр 10Т4 — это катушка индуктивности, имеющая две обмотки по семь витков (индуктивность по 0,3 мкГн) и встроенный конденсатор ёмкостью 27 пФ. Его собственная измеренная добротность Q = 40, а расчётное резонансное сопротивление — около 4,2 кОм. С учётом выходного сопротивления транзистора 10Q9 (около 10 кОм) получаются общее сопротивление 3 кОм и усиление 26 дБ (20 раз) при крутизне передаточной характеристики S = 7 мА/В (в заводском исполнении). С доработанной системой АРУ имеем S = 10 мА/В и усиление 30 дБ. Без АРУ на стоке транзистора 10Q9 при приёме мощных сигналов было бы напряжение размахом до 2...3 В! Поэтому было важно "растянуть" действие системы АРУ, чтобы на стоке транзистора 10Q9 только в редких случаях размах сигнала превышал 200 мВ. В сложной ситуации с помощью ручного регулятора усиления "RF Gain" возможно получить чистый приём.

Входной усилитель-смеситель в микросхеме TA2057

При доработке АРУ были устранены ограничения сигнала на выходе смесителя в микросхеме TA2057, а сейчас надо разобраться с недостатками на его входе. Для понимания этого "проклятого" места в приёмнике S-2000 я снял АЧХ этого узла в диапазоне 7...70 МГц (**рис. 10.3**). Чтобы исключить влияние внешних элементов, замеры проведены на нагрузке 50 Ом на выводах 1 и 23. АЧХ снята при разных значениях напряжения АРУ, вывод 4 отключён и гетеродин не работает — это чисто усилительный режим узла смесителя. Картина не радует. На 55 МГц усилитель утратил 8 дБ усиления по сравнению с частотой 20 МГц. О значении граничной частоты документация умалчивает, даётся только пример схемы обвязки для частоты 7,95 МГц. Система АРУ вначале (при 430 мВ на выводе 7) вместо того, чтобы уменьшить усиление, вызывает его рост на 3 дБ на частотах выше 25 МГц. Можно считать, что указанная микросхема не совсем удачно выбрана для применения в приёмнике S-2000, о чём мы уже догадались при налаживании второго гетеродина. Тем более требуется тщательно наладить в тракте первой ПЧ линейность и умеренное усиление каскадов на транзисторах, действие АРУ и АЧХ фильтров.

На частотах до 0,5 МГц входное сопротивление на выводе 1 микросхемы TA2057 очень высокое (около 100 кОм). Но это не значит, что по уровню шума и динамике это является оптимальным значением. Но в документации нет однозначных данных о чувствительности. Из замеров мы знаем, что минимальный размах различимого сигнала ЗЧ на выводе 18 — примерно 5 мВ, а в документации приводится значение 200 мВ для сигнала размахом 40 мкВ на входе. Поэтому можно приближённо считать, что чувствительность при приёме АМ-сигналов — 1 мкВ (размах) при отношении сигнал/шум 10 дБ. Подобный тепловой шумовой фон генерируют резисторы сопротивлением 0,6...1 кОм в канале шириной 10 и 3 кГц соответственно. Источник сигнала предпочтительно должен иметь такое внутреннее сопротивление при работе на ДВ, ПЧ 455 кГц, СВ и нижней части КВ до 80 м.

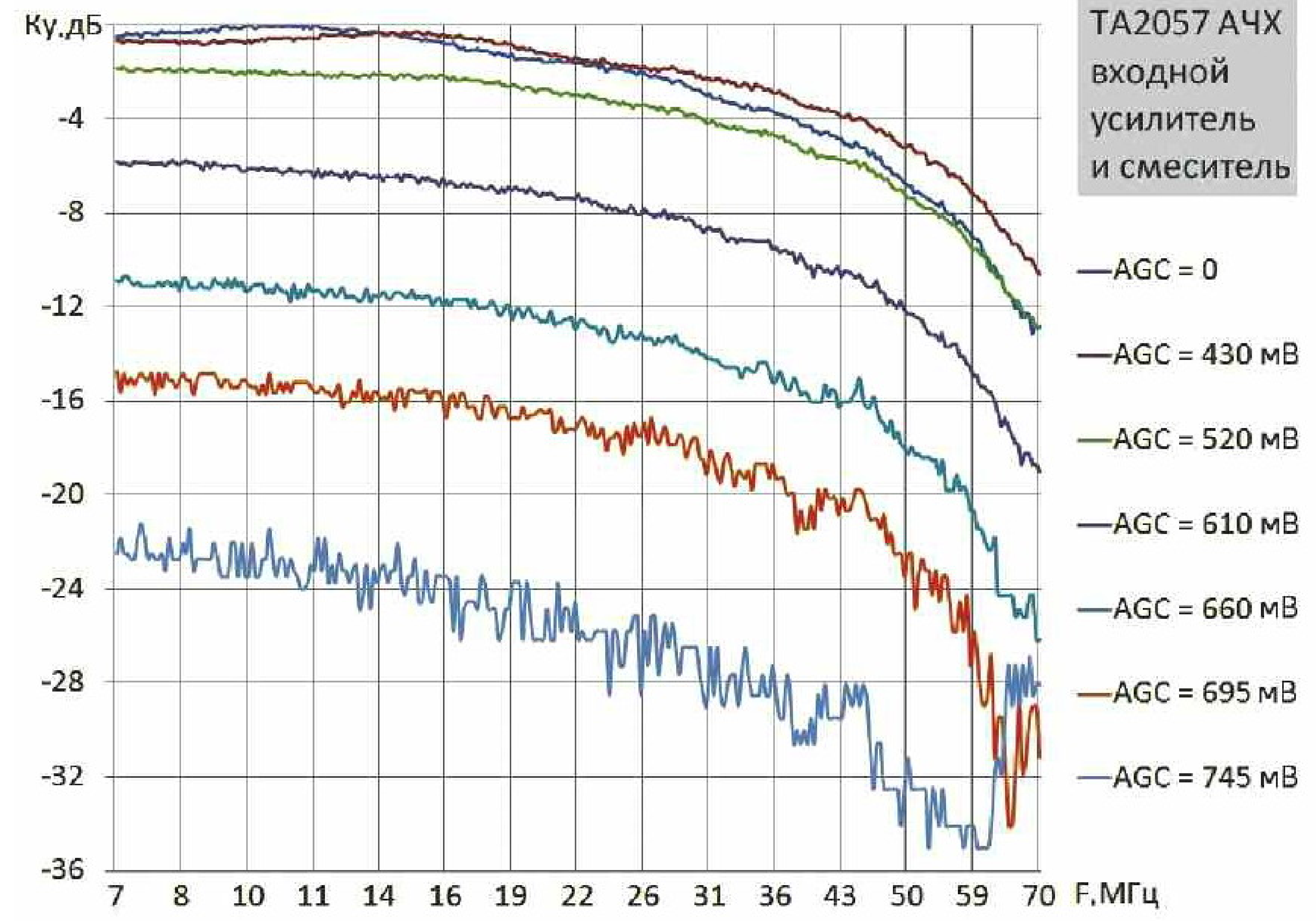


Рис. 10.3

По результатам косвенных измерений входное сопротивление (активная часть) на частоте 55 МГц — 4...5 кОм, и хорошо, что оно практически не зависит от действия системы АРУ, поскольку этот параметр влияет на АЧХ кварцевого фильтра. Согласование входа микросхемы TA2057 с источником сопротивлением 100...200 Ом, оптимальное по шуму и одновременно по динамике на частоте 55 МГц, в рамках доработки не осуществимо из-за общих схемных и конструктивных решений, и снова всплывёт важность налаженной АРУ с транзистором 10Q9.

Буферный усилитель на транзисторе 10Q1

В тракте первой ПЧ все просчёты по распределению усиления "свалятся" на буферный усилитель. Здравый смысл нам подсказывает, что он лишний, а трезвая оценка обстоятельств выявит якобы необходимость его наличия. На входе микросхемы TA2057 на частоте 55845 кГц необходим АМ-сигнал размахом не менее 3...5 мкВ для его распознавания на слух. Поэтому узлы приёмника до этой микросхемы должны обеспечить усиление по напряжению не менее 20...26 дБ. Первый смеситель имеет усиление около 12 дБ, поэтому оставшиеся узлы должны обеспечить 14 дБ. Но усилитель на транзисторе 10Q9 уже "даёт" 26...30 дБ, т. е. якобы лишними должны быть 12...16 дБ. И это странно, даже если предположить, что буферный усилитель имеет единичный коэффициент усиления, ведь в реальности мы не можем жаловаться на избыточное усиление приёмника.

Буферный усилитель работает при малом токе стока — около 0,6 мА, крутизна транзистора 10Q1 не превышает S = 1,5 мА/В и его выходное сопротивление $R_{вых}$ = 1/S = 660 Ом. Резистор в цепи истока 10R30 = 330 Ом добавляется к $R_{вых}$, что уменьшает крутизну до S = 1/(660+330) Ом = 1 мА/В. Суммарное сопротивление нагрузки $R_н$ усилителя (катушка индуктивности 10L4 и фильтр 1X3 в полосе пропускания) — 1,5 кОм, а его усиление $K = S \cdot R_н = 1,5$. Результаты этих расчётов дают нам уверенность, что должен быть слышен заметный шум из громкоговорителя, даже без антенны, но его нет, и я долго не смог с этим разобраться.

Секрет заложен в дросселе 10L4 (**рис. 10.4**), в соответствии с цветной маркировкой его индуктивность — 10 мкГн. На самом деле мы имеем дело с резистором сопротивлением 100 Ом! В такой замене элемента нет случайности, и даже есть глубокий смысл, его

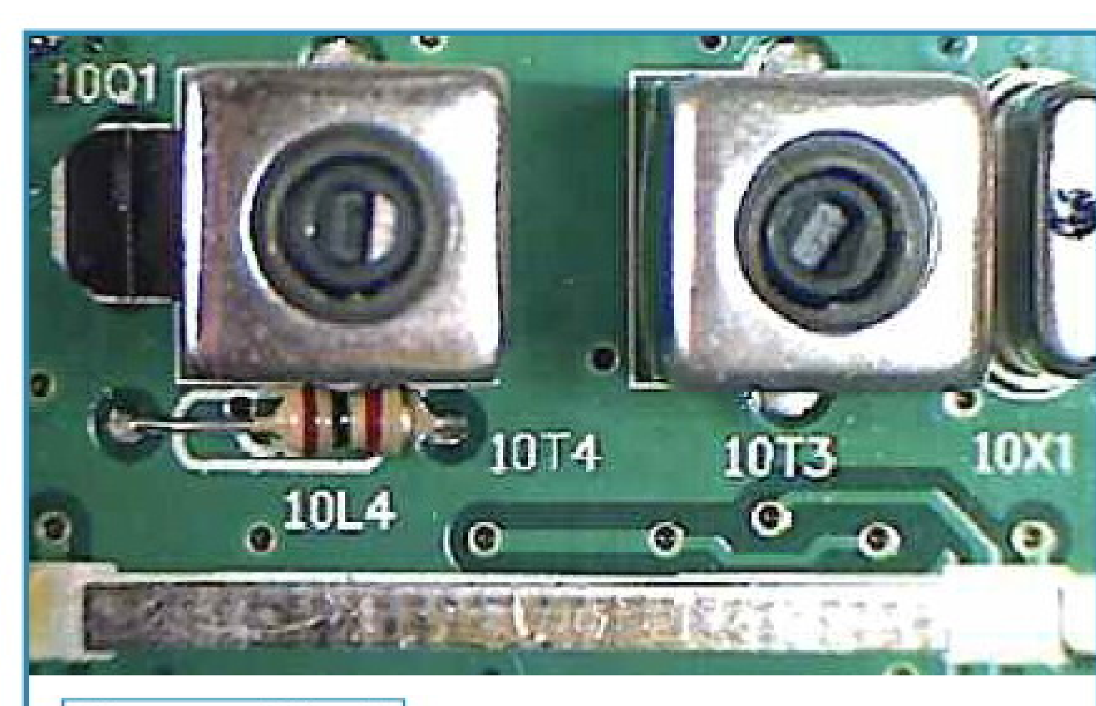


Рис. 10.4

просто не осмыслили на заводе до конца и остановились на половине пути. Рассчитаем снова усиление буферного усилителя с нагрузкой 100 Ом при крутизне 1 мА/В — оно оказывается –20 дБ! По напряжению это самый настоящий аттенюатор! Избыточное усиление транзистора 10Q9 уничтожается в буферном "усилителе". Приёмник с длинной

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

проволочной антенной работает нормально, и микросхема TA2057 "получает" нормальные сигналы по амплитуде. По субъективной оценке, для работы с телескопической антенной в обстановке без промышленного шума приёмнику не хватает усиления 10...14 дБ, и мы сейчас узнали, где их искать.

Если разобраться, почему появился в S-2000 этот буферный усилитель, то нужно вспомнить о не совсем хорошем свойстве полевых транзисторов. У них сильно меняются выходные ёмкость и проводимость при глубоком действии АРУ, от чего транзистор 10Q9 искажал бы АЧХ кварцевого фильтра 1X3 при изменении уровня принимаемого сигнала. Особенно этот эффект привязан к изменению напряжения $U_{СИ}$, которое в заводском варианте сильно меняется при небольшом уменьшении $U_{з2и}$. Далее, длинный соединительный провод от платы № 10 до кварцевого фильтра "ловит" меньше помех, если он нагружен на 100 Ом, нежели на 2 кОм. В этом плане разработчики были правы с решением поменять дроссель 10L4 на резистор. К примеру, в приёмнике PL-660 транзисторный УПЧ не задействован в системе АРУ, нет длинного провода, поэтому там и нет буферного усилителя.

Простая доработка буферного усилителя

Неважно, какую помехоустойчивость в УПЧ вы хотите получить в результате всех доработок, рекомендуется для налаживания тракта первой ПЧ простая доработка буферного усилителя. Может быть, она потом окажется для вас вполне достаточной, хотя это ещё не самый лучший вариант из возможных. Рабочая точка транзистора 2SK544 (ток стока — 0,6 мА) расположена близко к режиму отсечки, и "усилитель-аттенюатор" на транзисторе 10Q1 работает крайне нелинейно, и уже при обычных сигналах наступают заметные искажения. Кроме того, полоса пропускания составляет 15 кГц, и сигналы в соседних каналах не подавлены. Все ошибки, о которых предупреждают в учебниках по радиоприёмной аппаратуре, здесь сделаны в одном каскаде.

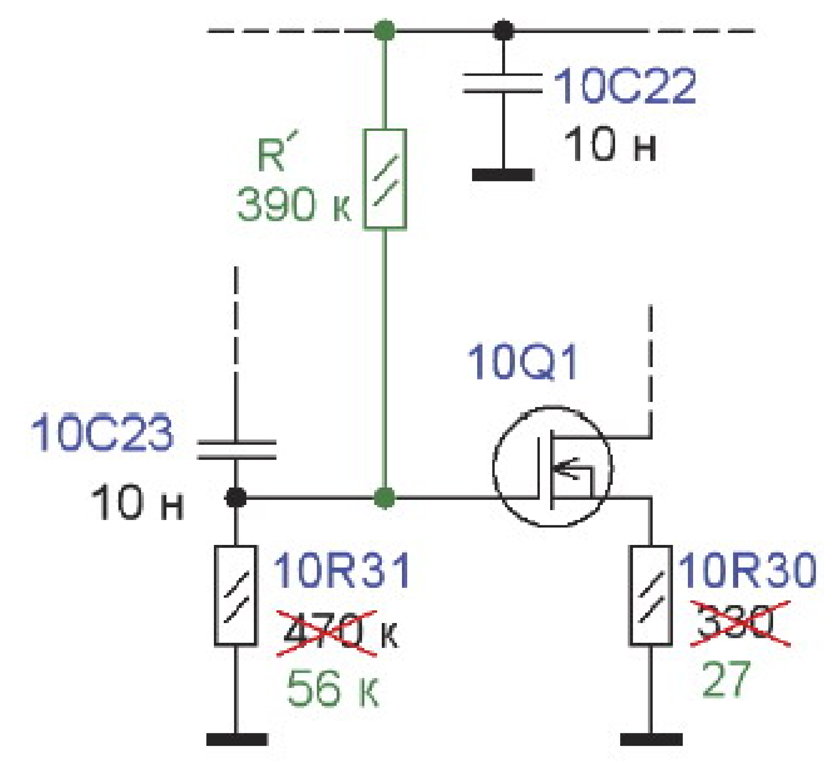


Рис. 10.5

Суть простой доработки не нова — надо перевести рабочую точку на вершину характеристики $S = f(U_{зи})$. Для этого (**рис. 10.5**) соединяют исток с общим проводом через резистор сопротивлением 22...27 Ом (замена резистора 10R30), который мало уже повлияет на усиление и на котором удобно проводить различные измерения. К затвору для получения напряжения смещения $U_{зи}$ = 0,4 В подключают резистивный делитель напряжения. На истоке должно быть напряжение 0,1...0,15 В, ток стока транзистора 10Q1 при этом увеличится до 4...6 мА. Для этого устанавливают выводной резистор R′ = 390 кОм и 10R31 заменяют другим (**рис. 10.6**), сопротивлением 56 кОм типоразмера 0805 (на плате неудачно установлен резистор типоразмера 1206). Эти простые действия дали прирост общего усиления приёмника на 16...18 дБ, поскольку крутизна транзистора увеличилась до 8...10 мА/В, а усиление буферного усилителя составило K = 0,8...1. Но главное то, что усилитель стал линейным в соответствии с нашими требованиями.

Во время налаживания фильтров оказалось, что с оживлённым буферным усилителем первый каскад УПЧ на транзисторе 10Q9 при 10R29 = 100 Ом работает на грани самовозбуждения, что приводит к появлению "плавающих"

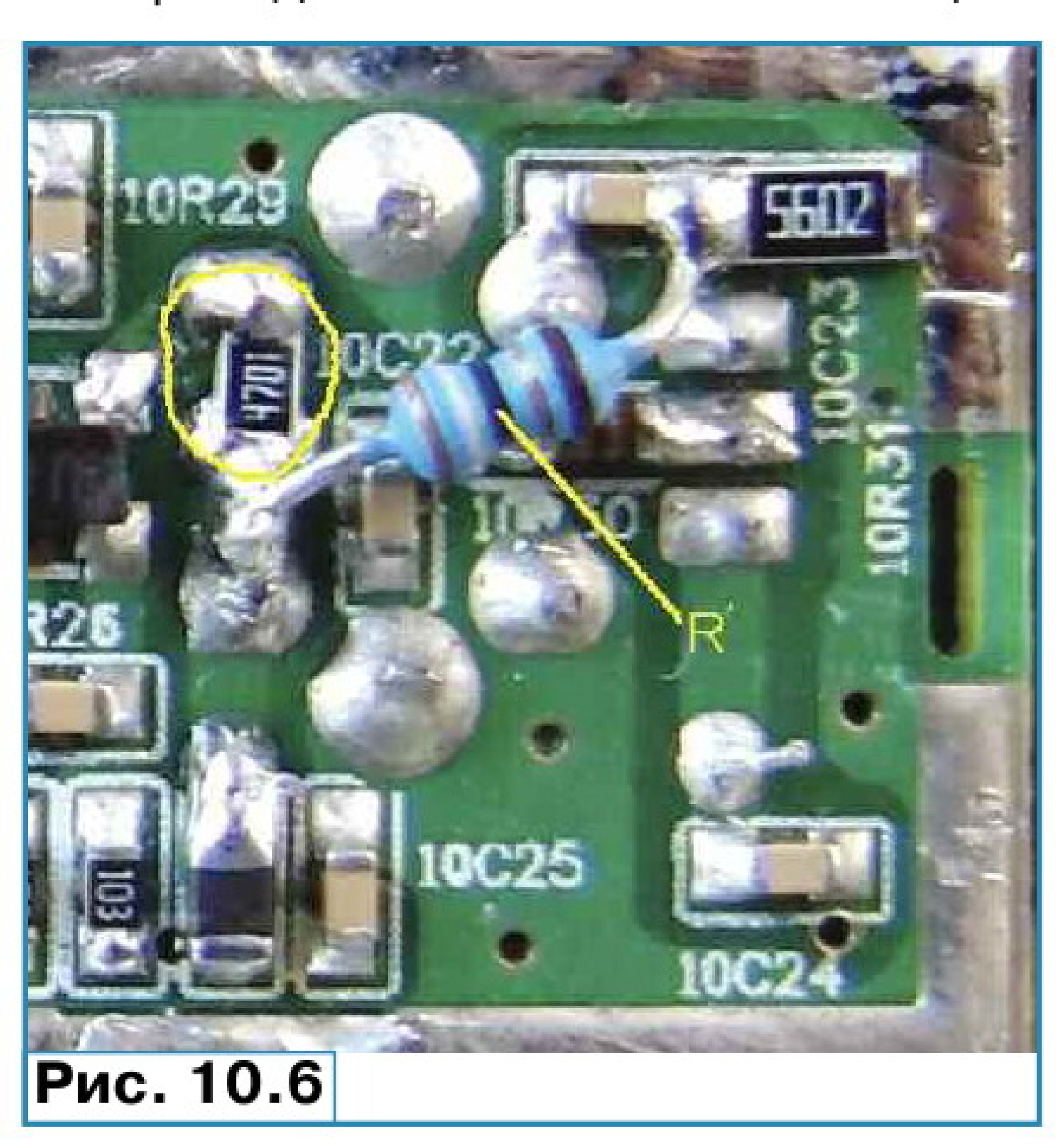


Рис. 10.6

пиков (до 4 дБ) в АЧХ фильтра 10X1 при действии АРУ. Но и при 10R29 = 470 Ом "живой эффект" в АЧХ составляет 1 дБ. Чтобы не искать приведений , заранее установим параллельно катушке индуктивности 10T3 резистор сопротивлением 4,7 кОм типоразмера 0805 (обведён жёлтым цветом на рис. 10.6) и обрежим средний штырь у 10T4. Это уменьшит усиление первого каскада УПЧ (на транзисторе 10Q9) на 4 дБ, линеаризирует его характеристику, погасит паразитные резонансы, и АЧХ тракта уже меняться не будет от действия АРУ.

Полученное в результате "в подарок" усиление 10...12 дБ мы частично потратим на резистивное согласование фильтров, а пока временно удивимся появившейся живой работой приёмника на всех диапазонах и более чистым звучанием. Возможно, что в диапазоне ДВ местами уже проявилось "глушение" приёма, вызванное проникновением сигнала гетеродина, но пока с этим бороться рано.

Обзор кварцевых фильтров

Во всех кварцевых фильтрах для создания требуемой полосы пропускания используется последовательный (нижний по частоте) резонанс кварцевого резонатора, который может быть незначительно смещён вверх по частоте за счёт ёмкостной обвязки . Потери в фильтре обусловлены динамическим сопротивлением $R_д$ резонаторов (обычно $R_д$ = 15...80 Ом у одного) во взаимодействии с резистивной частью нагрузки. Параллельный резонанс иногда используется для создания дополнительного затухания вне полосы пропускания, но в основном он мешает при формировании симметричного вида АЧХ.

Как уже отмечено ранее, на пьезофильтры и на кварцевые фильтры (резонаторы) не следует подавать постоянное напряжение. Особенно это относится к высокочастотным фильтрам, в которых применены кварцевые пластины толщиной до 10 мкм, поэтому при подаче постоянного напряжения всего лишь 5 В напряжённость электрического поля достигает 500 кВ/м, что может стать причиной появления нелинейных эффектов, способствовать его постепенному разрушению и ускоренному старению. Изготовители фильтров часто указывают допустимое постоянное напряжение 10 В, но это не значит, что это хорошо для качественного приёмника, я рекомендую применять кварцевые фильтры с обязательным разделением по постоянному и переменному току за счёт включения дросселей и разделительных конденсаторов.

Типовые схемы кварцевых фильтров

За десятилетия инженеры пришли к некоторым "удобным" в технологии производства и налаживания общепринятым схемам кварцевых фильтров, с которыми можно решать те или иные задачи.

Однорезонаторный фильтр

С таким фильтром мы уже "боролись" при налаживании SSB-детектора. Он требует источника сигнала с низким

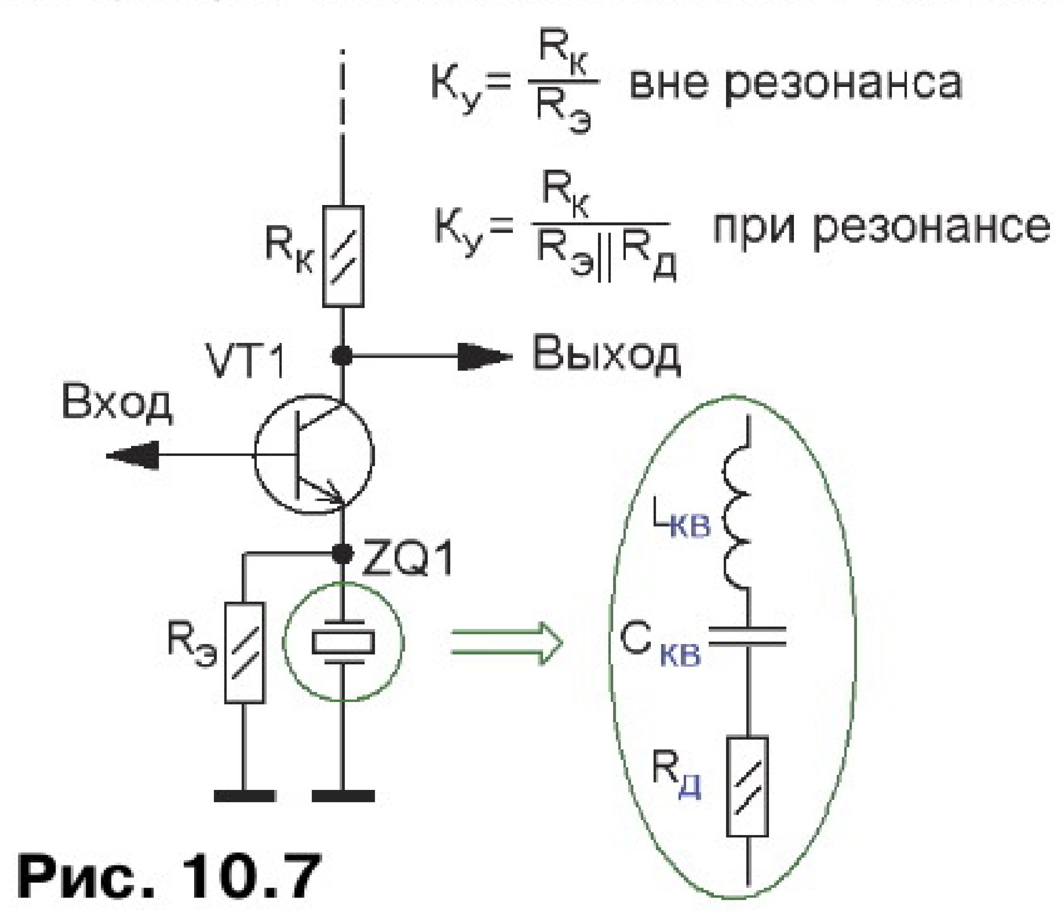


Рис. 10.7

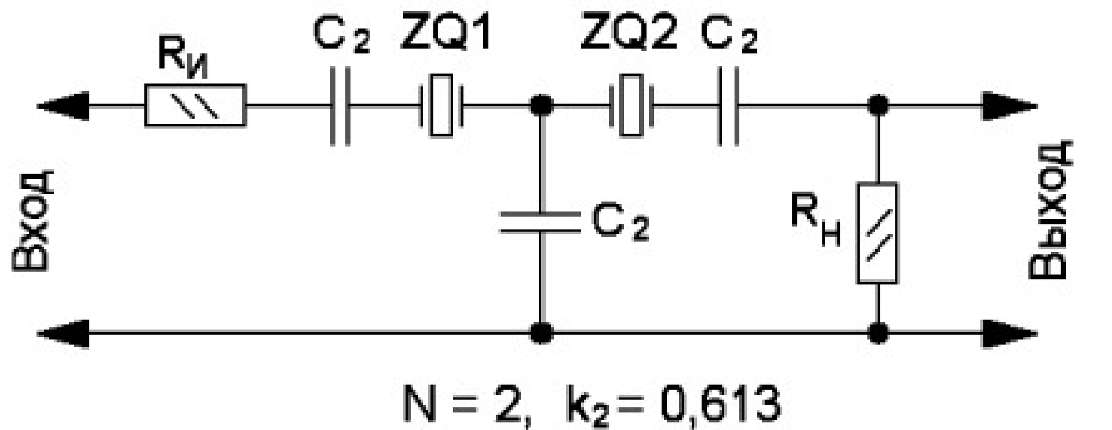
импедансом $R_{ист}$ = (1...100) $R_д$. На выходе можно применить разные варианты согласования и получить разнообразные формы АЧХ. Особенность этого фильтра — доминирующее действие статической ёмкости резонатора, которая "замыкает" резонансный контур и искажает его АЧХ вблизи полосы пропускания. В некоторых случаях этим можно целенаправленно пользоваться, но в основном это существенный недостаток.

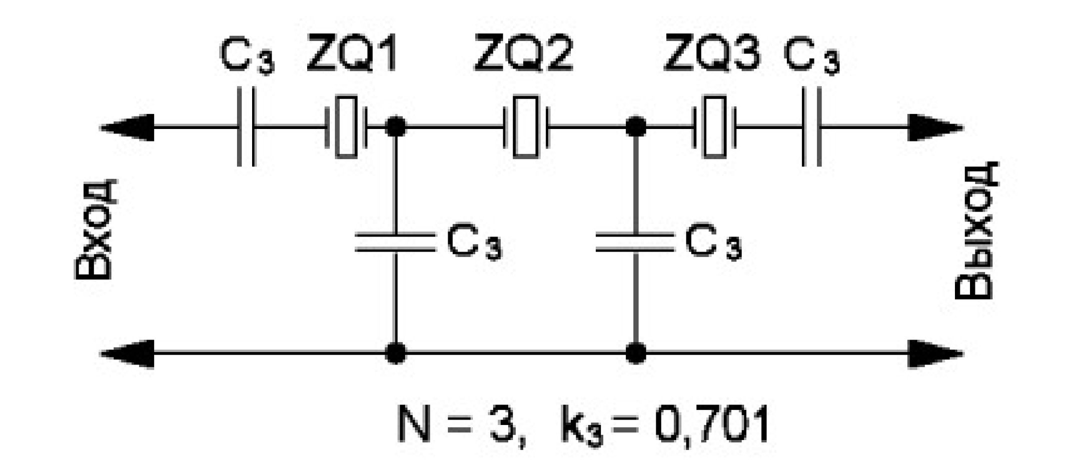
Удачным вариантом однорезонаторного фильтра можно считать схему с общим эмиттером (или истоком), в которой параллельно к эмиттерному резистору $R_э$ подключён кварцевый резонатор (**рис. 10.7**). В этой схеме статическая ёмкость резонатора влияет

незначительно, если её реактивное сопротивление на порядок больше сопротивления резистора $R_э$. Основные недостатки такого фильтра — неудовлетворительная избирательность (не более 20...30 дБ) вне полосы пропускания, определяемая отношением $R_д/R_э$, и малое допустимое напряжение на входе. При использовании современных быстродействующих ОУ надо учесть статическую ёмкость фильтра в цепи ОС по всему рабочему диапазону самого ОУ, чтобы не получить "генератор шума".

Лестничный фильтр

Этот фильтр является логическим улучшением простого однорезонаторного фильтра, некоторые возможные варианты показаны на **рис. 10.8**. Пьезофильтры серий CFUxx, CFWxx и ФП1Пxx относятся к этому классу. Такой фильтр представляет собой несколько связанных контуров (резонаторов). Связь между ними обеспечивают "поперечные" конденсаторы, ёмкость которых определяет форму и неравномер-





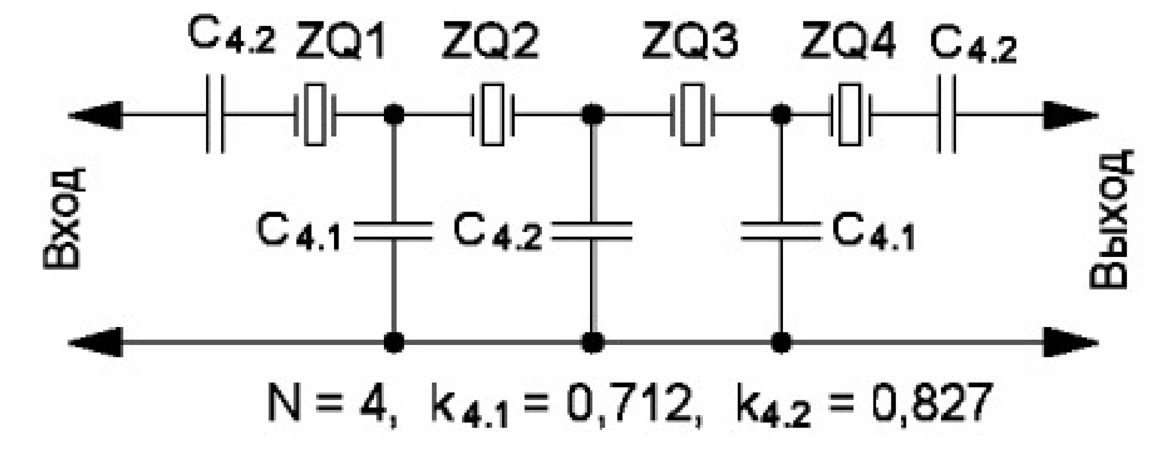


Рис. 10.8

ность АЧХ в полосе пропускания при заданном входном и выходном импедансах. Для одних и тех же кварцевых резонаторов ширина полосы пропускания растёт с увеличением расчётного импеданса. Такие фильтры вошли в радиолюбительскую практику ещё в начале 80-х годов, когда стали доступны недорогие "компьютерные" и "телевизионные" кварцевые резонаторы. В современной радиолюбительской аппаратуре мы найдём такой фильтр в основном в простых вариантах до шести резонаторов, так как качественное изготовление и налаживание фильтра с большим их числом очень сложны. Проще поставить два идеально налаженных фильтра из шести резонаторов каждый, чем бороться со "скрипами" от фильтра на 12-ти резонаторах. Для радиолюбителей лестничные фильтры остаются актуальными, так как в домашних условиях относительно просто реализовать фильтр по собственному желанию. На частотах 8...12 МГц можно реализовать очень хорошие фильтры для приёма CW и SSB. На более высоких частотах АЧХ становится слишком круглой . На частотах 15...22 МГц можно изготовить прекрасные фильтры для приёма AM-, DRM- и NFM-станций. В диапазоне 4...6 МГц такие фильтры особенно предсказуемы и хорошо подходят для формирования SSB-сигнала в передатчиках, обеспечивая профессиональные показатели качества. При правильном расчёте и исполнении можно реализовать фильтры без катушек индуктивности, в том числе и с хорошей избирательностью на удалённых частотах, начинающим радиолюбителям это на руку.

Быстрый расчёт лестничных фильтров

На рис. 10.8 показаны схемы лестничных фильтров на двух, трёх и четырёх резонаторах, легко реализуемые в домашней лаборатории. Принцип "конструирования" фильтра простой, необходимый тест проводится на фильтре с

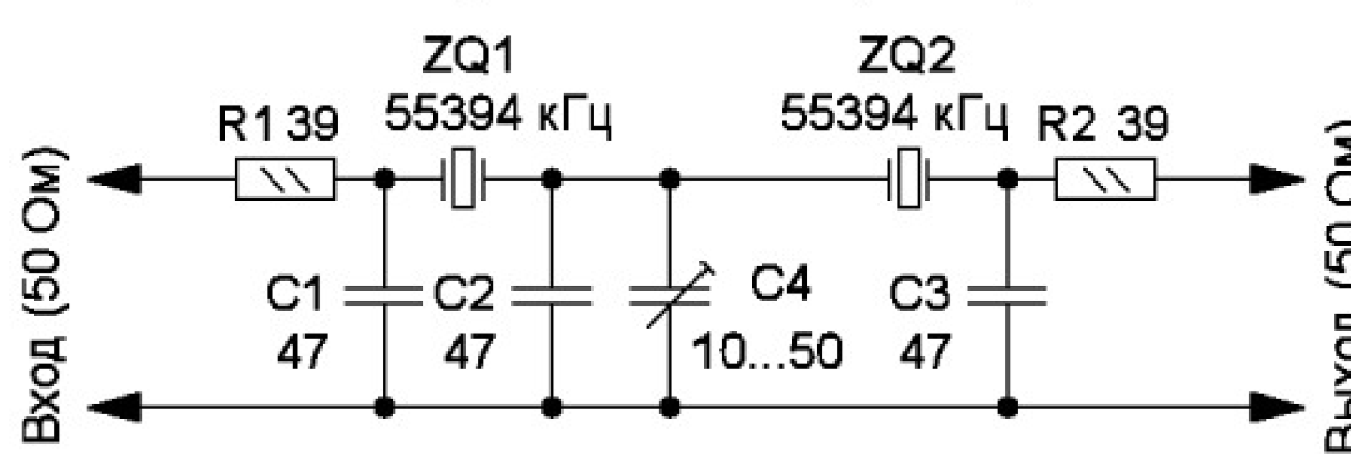


Рис. 10.9

двумя резонаторами. Сначала подберите произвольно "удобный" импеданс (R) около 1 кОм на частоте 5 МГц и 330 Ом на частоте 20 МГц, рассчитайте ёмкости конденсаторов по формуле $C_2 = k_2/(2\pi FR) = 0{,}613/(2\pi FR)$ и подберите близкие стандартные значения их ёмкости. При снятии АЧХ получается некоторая полоса пропускания. Если она слишком узкая, надо увеличить сопротивления резисторов, уменьшить ёмкость конденсаторов до получения желаемой полосы и сделать наоборот, если полоса пропускания слишком широкая. Для перехода на схему с большим числом (n) резонаторов резисторы оставим, только пересчитаем ёмкость конденсаторов $C_n = C_2 \cdot k_n/0{,}613$. Конечно, такая методика не позволяет получить идеальный результат, но на 90 % можно приблизиться к максимально возможному результату всего за полчаса.

Лестничный фильтр также можно построить на керамических резонаторах с частотами 400...600 кГц, но расчётная ёмкость конденсаторов принимает значение в несколько нанофарад, что не совсем удобно для налаживания. Фильтр для приёма CW на двух резонаторах и трёх конденсаторах получается достаточно легко. Параметры пьезорезонаторов имеют существенный разброс, и полученные в одном случае ёмкости конденсаторов могут значительно варьироваться при использовании других типов резонаторов — для серийного производства это непригодно.

После доработки второго гетеродина у меня остались кварцевые резонаторы на частоту 55394 кГц, работающие на первой гармонике. От любопытства на их основе я собрал макет двухрезонаторного фильтра с центральной частотой 55390 кГц (**рис. 10.9**, **рис. 10.10**). При подборе элементов я выбрал

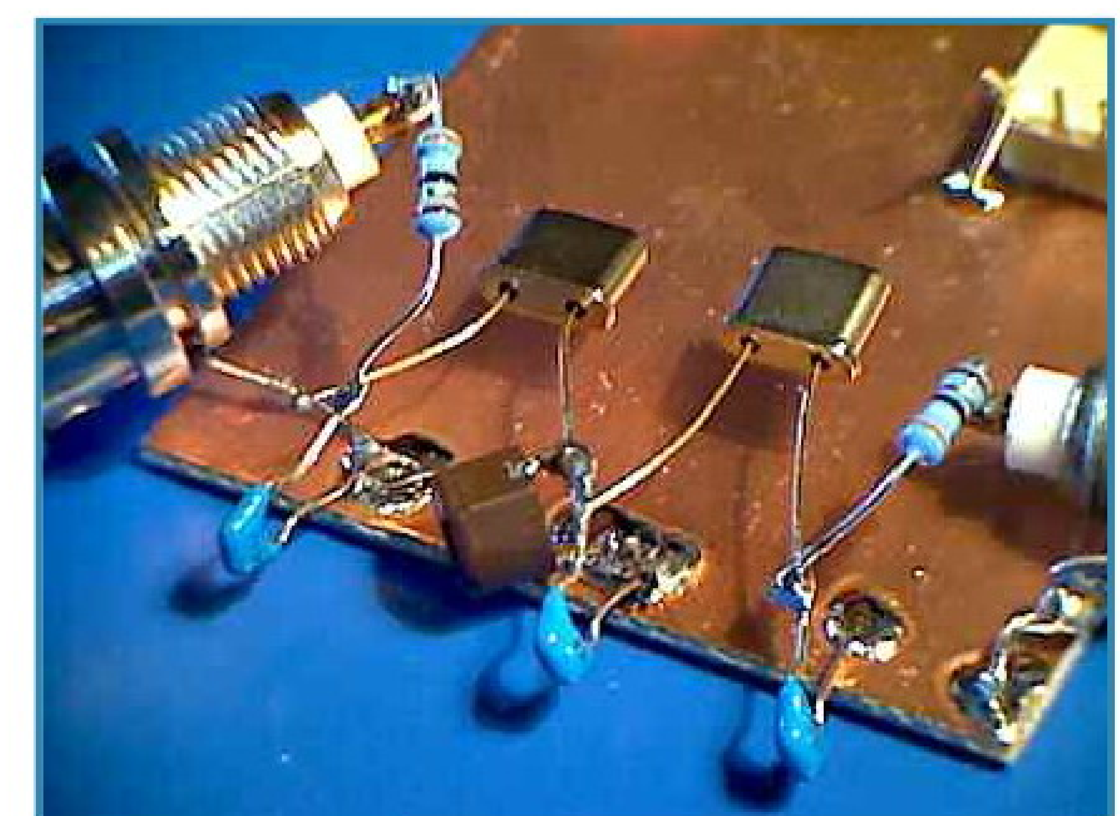


Рис. 10.10

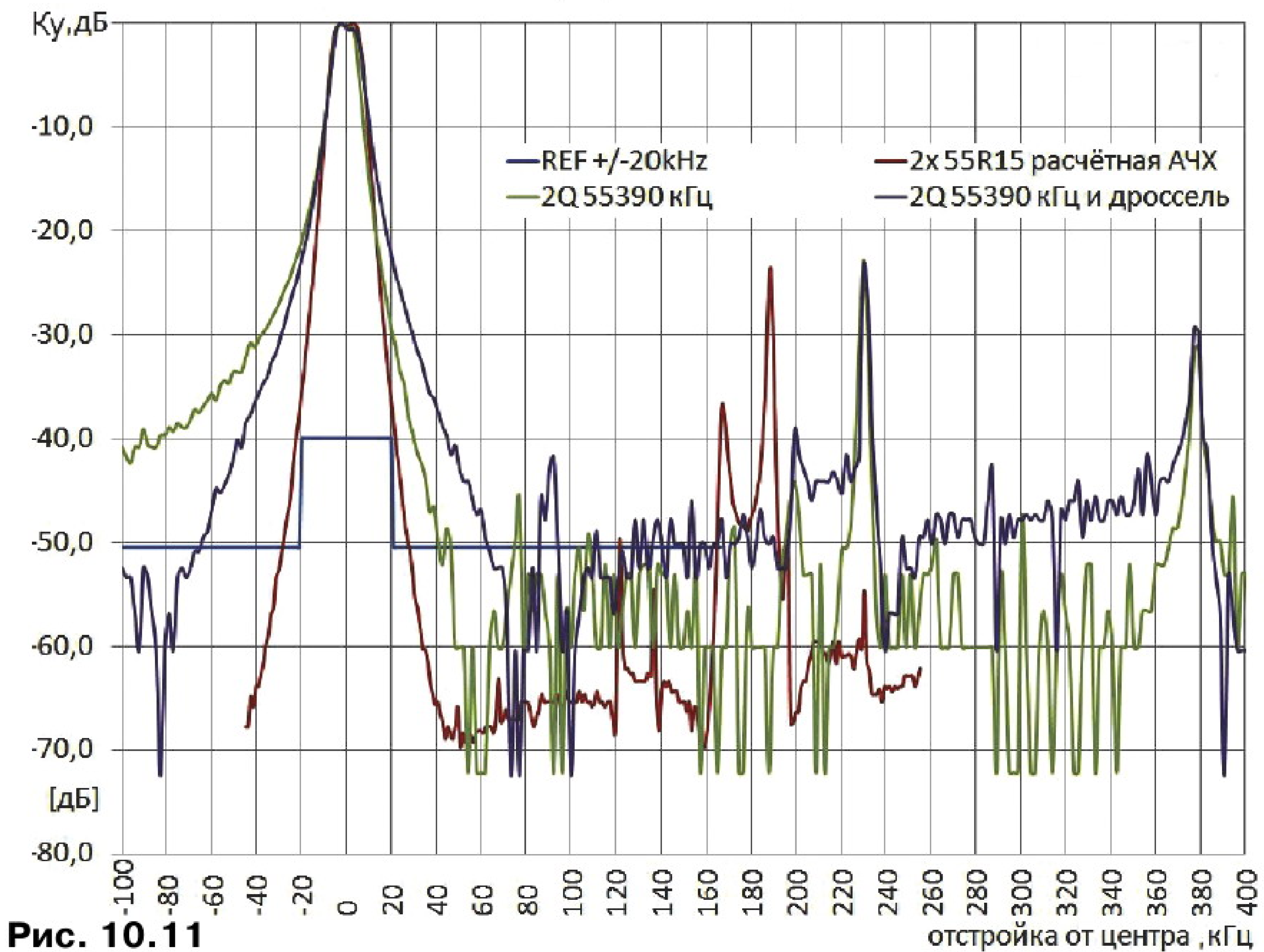


Рис. 10.11

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

малое сопротивление нагрузки, чтобы уменьшить "обход" сигнала через паразитные ёмкости. Ёмкость конденсаторов 47 пФ подобрал в два раза больше паспортной нагрузочной ёмкости кварцев (20 пФ), и по реактивному сопротивлению на частоте 50 МГц (66 Ом) они хорошо сочетаются с импедансом фильтра (около 90 Ом).

Отсутствие заземления корпусов резонаторов на макете не влияло на подавление вне полосы пропускания до глубины 60 дБ, это благодаря низкому импедансу. Но в реальной конструкции экранировка и заземление корпусов помогают "дотянуть" подавление до 80...100 дБ. На **рис. 10.11** показаны нормированные АЧХ некоторых фильтров.

У макета (зелёная кривая) "случайно" получилась прекрасная форма АЧХ, по подавлению паразитных резонансов не уступающая налаженной сквозной АЧХ УПЧ первой ПЧ в S-2000 (красная кривая)! Конечно, избирательность по соседним каналам ±(15...150) кГц меньше, чем у двух 55R15. Особенно удобно, что при налаживании не потребовались катушки индуктивности, плоскую "вершину" можно получить с помощью подстроечного конденсатора. У этого макета видим характерную для лестничных фильтров асимметрию АЧХ (зелёная линия). Для её исправления я установил параллельно одному кварцевому резонатору катушку индуктивностью 1,5 мкГн, что скомпенсировало его статическую ёмкость (6 пФ) в области 55 МГц. Заметно улучшилась (фиолетовая кривая) симметричность АЧХ в полосе ±70 кГц, но снизилась избирательность при отстройке более ±100 кГц.

Мостовые фильтры

В мостовых схемах применяется компенсация статической ёмкости резонаторов с помощью противофазных сигналов. Несмотря на прогресс в выпуске монолитных фильтров для поверхностного монтажа, мостовые фильтры остаются предпочтительными для стационарных приёмников высшего класса.

Рис. 10.12

Компенсация статической ёмкости с помощью параллельно установленной катушки индуктивности эффективна только в узкой области резонанса LC-контура и создаёт паразитный ФНЧ ниже частоты настройки. Более эффективный вариант — создать второй, но противофазный входной сигнал и с помощью подстроечного конденсатора осуществить их взаимную компенсацию на выходе. Схема такого фильтра для частоты на 8160 кГц показана на **рис. 10.12**. Сигнал генератора разделяется в широкополосном трансформаторе Т1 на два (выходное сопротивление по 100 Ом). Выходной контур имеет добротность около 2,2 и обеспечивает нагрузку 250 Ом для резонатора при внешней нагрузке 50 Ом. Поскольку $R_д$ кварцевого резонатора намного меньше указанных значений, выполнено условие хорошей общей избирательности и малого затухания в полосе пропускания. Часто на месте нагрузки устанавливают резистор и усилительный каскад. Это, конечно, экономит ресурсы, но сильно портит фильтр. Идеальная симметричная АЧХ получается только при отсутствии реактивной нагрузки, а у усилителей всегда имеется входная ёмкость, даже у выводного резистора она может достигать 1,5 пФ. Этот фильтр реализует свой потенциал только в сочетании с выходным LC-контуром, который полностью компенсирует ёмкость нагрузки. Получается идеальная колоколообразная АЧХ, можно получить "красивую" симметричность АЧХ и приемлемое подавление вне полосы пропускания. Изменяя резистивную часть нагрузки, можно изменять ширину полосы пропускания в широких пределах (1:30), если источник сигнала имеет малый импеданс (не более 3·$R_д$). Такие фильтры применяются в анализаторах спектра из-за быстрой и чистой реакции на сигналы при сканировании по частоте, а также из-за сглаженной АЧХ, которая облегчает распознавание слабых линий спектра на фоне сильного сигнала.

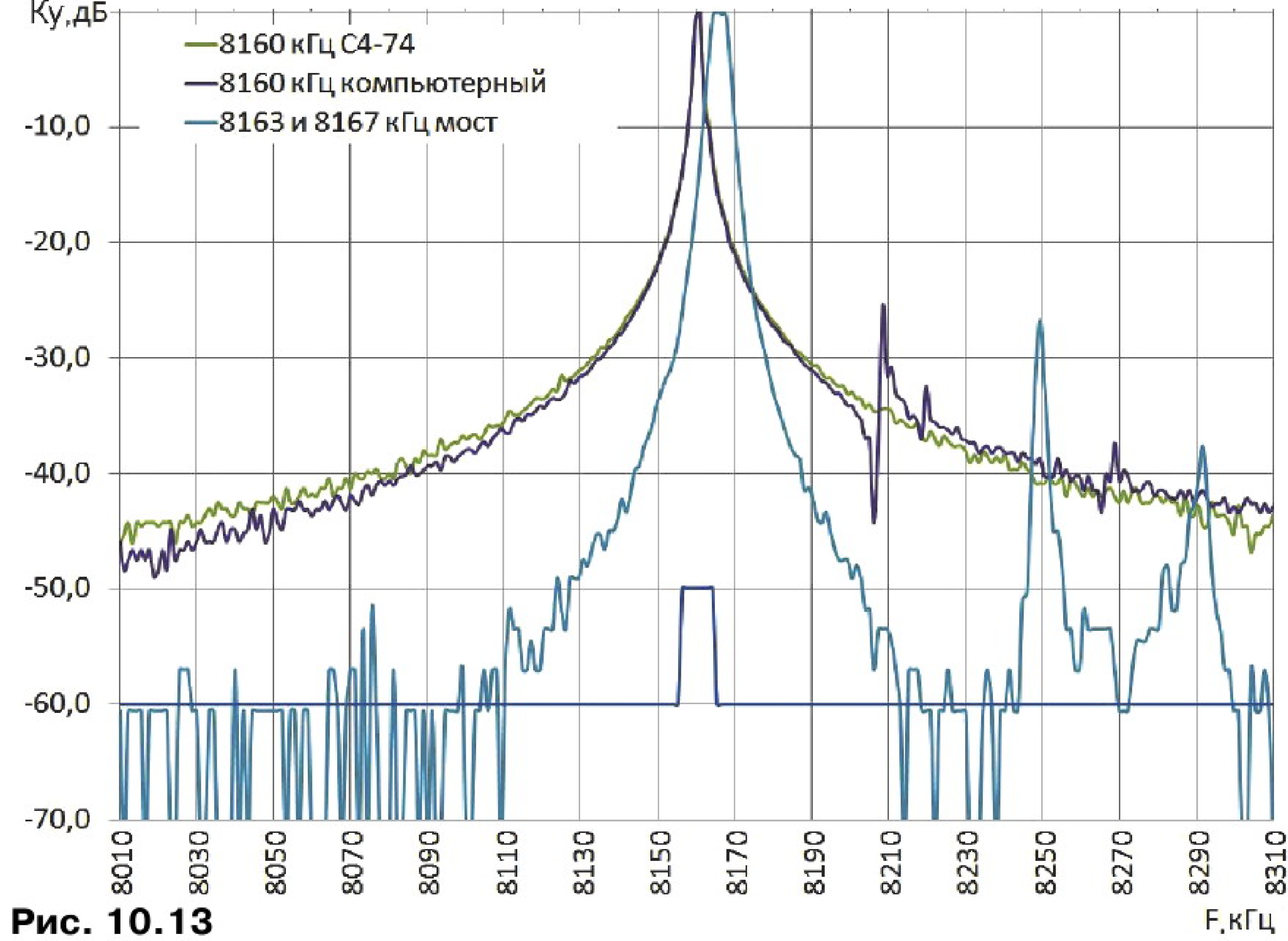


Рис. 10.13

Специальные фильтровые резонаторы, в отличие от массовых "компьютерных", практически свободны от близких внеполосовых резонансов. Это достигается выбором особо чистого кварца, формы и угла резки кристалла, качеством, формой шлифовки и толщиной электродов. Настоящие фильтровые резонаторы на два порядка дороже "бытовых". На **рис. 10.13** показаны АЧХ резонаторов из анализатора спектра С4-74 (зелёная кривая) и "компьютерного" — фиолетовая кривая (подобран экземпляр хорошего качества).

Взаимная компенсация двух кварцевых резонаторов

В продолжение рассуждений можно в схеме на рис. 10.12 заменить подстроечный конденсатор резонатором. Если второй резонатор будет полностью идентичен первому, на выходе сигнал пропадёт на всех частотах. Но если установить резонатор с такой же статической ёмкостью, но с немного сдвинутым по частоте резонансным интервалом, на выходе фильтра получим сигнал в диапазоне резонансных интервалов, а вне этой полосы сигналы подавлены. Понятно, что на резонаторах "из коробки" такое не получится, требуется их тщательный подбор. Такие фильтры в 70-е годы стали стандартом в профессиональной технике (серии XF9, XF10,7, фирма KVG/Германия). При использовании четырёх мостов в одном корпусе фильтр обеспечивает почти идеальную АЧХ и низкие проходные потери, а при плотном монтаже общее заграждение достигает 100 дБ. Но изготовление таких фильтров сложное и дорогостоящее. Поскольку противофазные сигналы в них создаются с помощью трансформаторов на малогабаритных ферритовых магнитопроводах, это ограничивает динамический диапазон отличного приёмника на уровне IP_3 = +40 дБм, и, наверное, это их единственный "минус", если габариты и масса не в счёт.

Мостовой фильтр с двумя резонаторами имеет плоскую вершину АЧХ не по механизму двух связанных контуров, а от равномерной разницы их импеданса в резонансном интервале. Поэтому здесь требуется искусство в подборе двух резонаторов! Чтобы наглядно показать слабые места мостового фильтра на резонаторах "из коробки", я собрал фильтр на двух однотипных резонаторах

с частотами 8163 и 8167 кГц с одинаковой статической ёмкостью (на рис. 10.13 голубая кривая). У них были разные побочные резонансы с уровнями –24 и –36 дБ, которые свободно проходят на выход, создав разбалансировку моста. Мостовые фильтры из обычных кварцевых резонаторов, без предварительной проверки на побочные резонансы, не могут обеспечить высокие параметры фильтра.

Монолитные фильтры

Идея таких фильтров в самом простом варианте состоит в том, чтобы связать два резонатора на одном кристалле друг с другом так, чтобы они образовали АЧХ с ровной вершиной (критическая связь). Если такие фильтры каскадировать, плоская вершина останется, а результирующие скаты станут круче с ростом числа каскадов. На **рис. 10.14** изображена начинка , представляющая собой фильтр четвёртого порядка из двух двухполюсников, изъятый из фильтра ФП2П4-447-01 (10-й порядок, частота — 20 МГц, полоса пропускания — 40 кГц). Фильтр оказался неисправным — видна трещина в одном из кристаллов. Эквивалентная схема одного кристалла фильтра показана на **рис. 10.15**.

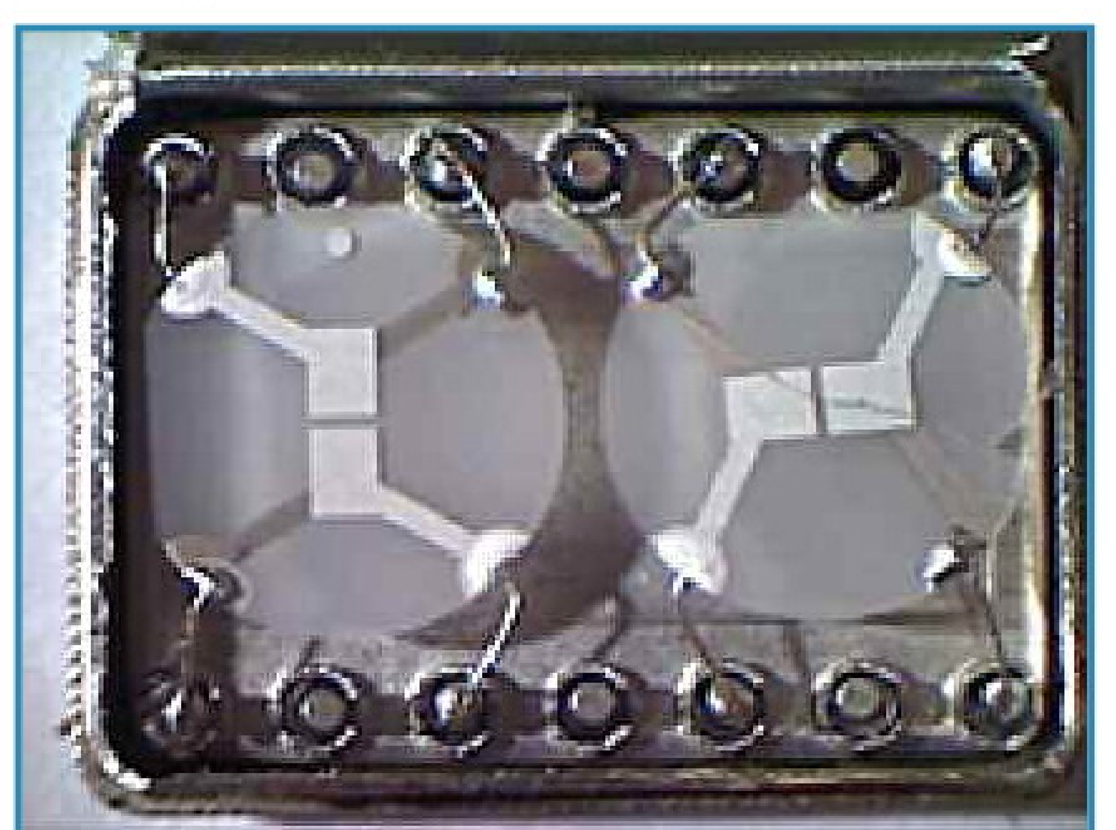

Рис. 10.14

Рис. 10.15

У монолитных фильтров есть очень важное преимущество перед остальными — на рис. 10.15 увидим, что резонаторы подключены параллельно источнику сигнала и нагрузке. Поэтому ёмкость электродов (вредная статическая ёмкость) и резонансное сопротивление при параллельном резонансе (оно на два порядка большего импеданса фильтра) практически не портят АЧХ. В отличие от кварцевых резонаторов для гетеродинов, добротность фильтровых резонаторов делают заведомо меньше, чтобы получать необходимую полосу пропускания. И именно при этом в дешёвых вариантах появляются паразитные резонансы. Правильное подключение резонаторов "через диагональ" сводит к нулю ёмкостный обход фильтра (рис. 10.15). Связь между резонаторами на одном кристалле чисто механическая.

Отечественная промышленность начиная ещё с 70-х годов выпускает фильтры-двухполюсники и сборки из них разной сложности, и даже по нынешним меркам старые образцы оказываются высокого качества. К сожалению, на них практически нет (есть редкие исключения) нормальной документации и фирменных рекомендаций по применению, что является бедствием и сегодня и препятствует коммерческому успеху многих уникальных разработок.

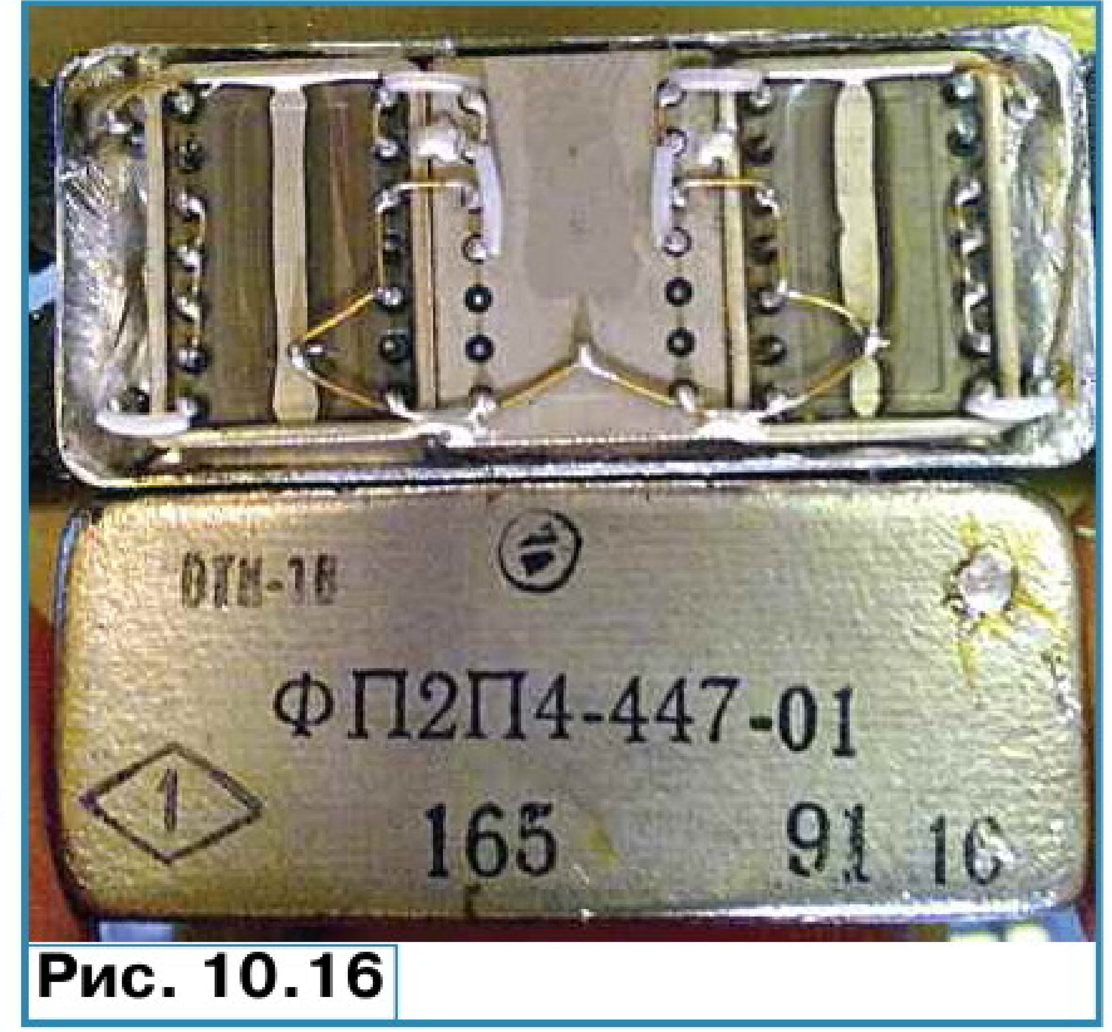


Рис. 10.16

На **рис. 10.16** показана начинка фильтра ФП2П4-447-01 (из авиационного приёмника), состоящего из трёх сборок 4-го, 2-го и 4-го порядков. **Рис. 10.17** показывает один из вариантов подключения этого фильтра в 50-омном тракте. Подобная схема согласования особенно пригодна, когда импеданс фильтра сильно отличается от импеданса подключённых к нему узлов. Такой фильтр при правильном монтаже и дополнительной экранировке обеспечивает симметричную АЧХ (**рис. 10.18**) и заграждение за полосой пропускания не менее 90 дБ несмотря на его высокий импеданс (3,5...4 кОм). Фильтр — симметричный (вход и выход можно менять местами) и очень чувствительный к реактивной составляющей сопротивления нагрузки. Изменение ёмкости нагрузки на 1 пФ приводит к появлению неравномерности АЧХ до 3 дБ. Поэтому подключённые усилители не должны менять свои ёмкость и проводимость при действии АРУ. Неравномерность номинальной АЧХ составляет менее 1 дБ, фазовая характеристика линейная в диапазоне ±18 кГц от центральной частоты. Потери в полосе пропускания — 2 дБ (20 %), но треть из них внесут согласующие цепи.

АЧХ этого фильтра можно назвать идеальной, и она приведена здесь, потому что в ней легко видны последствия часто встречающихся мелких недочётов при реализации фильтров. Без надёжной экранировки согласующих цепей сигнал "обходит" фильтр на уровне 40... 60 дБ (фиолетовая кривая на рис. 10.18). Не надо поддаваться иллюзиям,

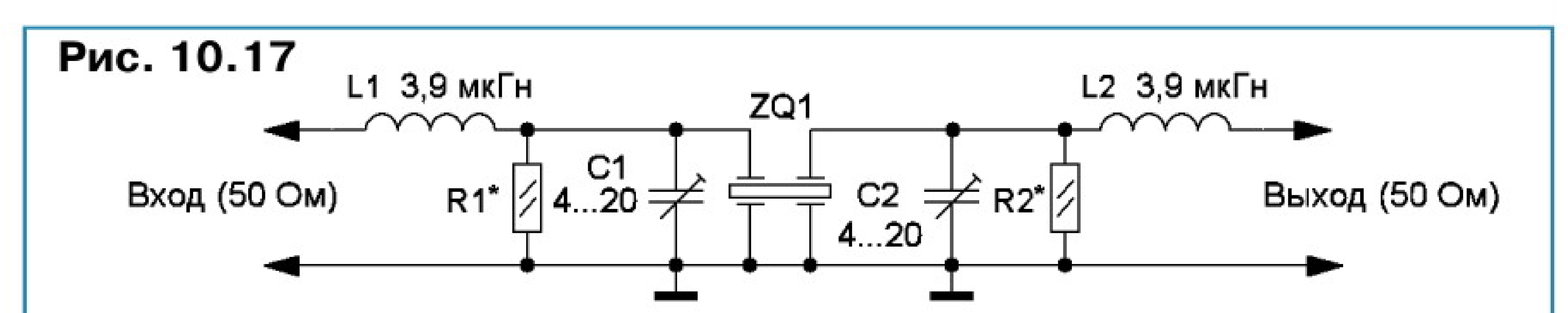


Рис. 10.17

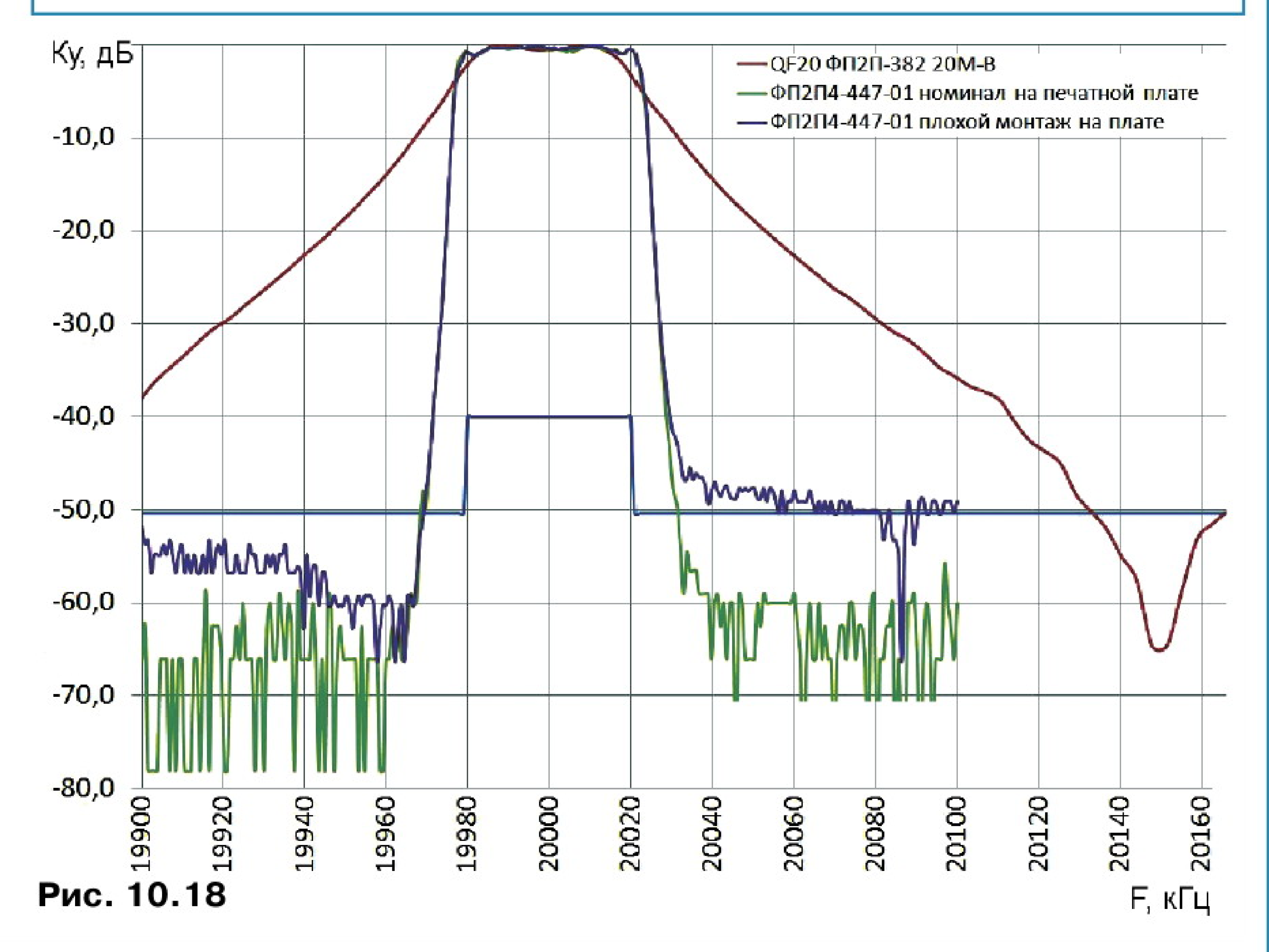


Рис. 10.18



Рис. 10.19

что в конструкциях, где фильтр установлен на плате и нагружен на сопротивление нагрузки в несколько килоом, можно гарантированно получить заграждения более 60 дБ (зелёная кривая). Поэтому в настоящее время все миниатюрные высокочастотные кварцевые фильтры имеют 8-й порядок и менее. Если нужна более высокая избирательность, устанавливают ещё один буферный усилитель и аналогичный фильтр. Усилитель после первого фильтра должен быть малошумящим и линейным (динамический диапазон 80...100 дБ без действия АРУ). Это уже намёк трезво оценить схемы в S-2000 и PL-660. При разработке современных фильтров для поверхностного монтажа постарались уменьшить их импеданс до нескольких сотен ом, что улучшает подавление за полосой пропускания, но для достижения заявленных параметров всё равно требуются продуманная разводка платы и экранировка. В упомянутом авиационном приёмнике на выходе УПЧ перед детектором установлен ещё один двухрезонаторный фильтр (красная кривая на рис. 10.18), который убирает широкополосный шум УПЧ и доводит максимальное подавление за полосой пропускания до 100 дБ.

На Западе в начале 80-х годов в гражданской аппаратуре стали популярны двухполюсные фильтры в корпусах НС49 и сборки из них для основных значений ПЧ (9000, 10695, 10700 кГц), а позже и на частоты 21400 и 45000 кГц. В 90-е годы в России появились хорошие малогабаритные фильтры 2—8-го порядков в корпусе ТЕРЕК и НС49. На **рис. 10.19** показана всего лишь небольшая выборка из доступных радиолюбителям на российском рынке фильтров, в большей степени эти фильтры очень высокого качества. В этом есть некоторая уникальность, чему заграничные радиолюбители могут только завидовать.

Несмотря на то что в документации чаще всего для согласования фильтров рекомендуется применять резистор, зашунтированный конденсатором небольшой ёмкости, на практике рекомендуется эту ёмкость создать с помощью резонансного контура, чтобы скомпенсировать ёмкости подключённых усилителей и монтажа. Схемы согласования без LC-контуров должны вызвать подозрение насчёт их практической работоспособности — хотя в симуляторе SPICE все фильтры работают без проблем.

Монолитные фильтры из качественного кварца имеют очень высокую линейность по интермодуляционным искажениям, которая соизмерима с лучшими усилителями. Но, тем не менее, это имеет место только до определённой мощности сигналов. Поэтому надо всегда следить за тем, чтобы активная мощность, подведённая к фильтру (вернее, к динамическому сопротивлению кварца), никогда не превышала 1 мВт (0 дБмВт), а в нормальном эксплуатационном режиме — не более 0,1 мВт. Во многих фильтрах линейность портится по причине применения "бюджетного" кварцевого сырья и миниатюрных элементов в цепях согласования. LC-контур с ферритовым подстроечником и относительно высокой добротностью создают основную долю интермодуляционных искажений. В этом плане моя лабораторная схема (см. рис. 10.17) с простыми выводными дросселями — плохой пример для применения в солидном приёмнике. Ситуация ухудшается, если в LC-контурах через катушки индуктивности с ферритовым подстроечником протекает большой постоянный ток "крутого" УПЧ. Для создания максимально помехоустойчивой аппаратуры надо применить катушки индуктивности без ферритовых магнитопроводов и настраивать LC-контуры с помощью подстроечного конденсатора с воздушным диэлектриком. Также следует исключить конденсаторы для поверхностного монтажа малого размера с ёмкостью более 100 пФ, поскольку многие виды керамики также вносят интермодуляционные искажения. Конденсаторы серии NP0 — самые хорошие из доступных. Старые конденсаторы КСО показывают (как и их дорогие современные аналоги) лучшие результаты. Самый хороший из вариантов — в согласующей цепи применить исключительно воздушный КПЕ закрытого типа.

У многих радиолюбителей лежат случайно полученные кварцевые фильтры без маркировки или справочных данных, которых найти не удалось. Простой способ дать им вторую, уже любительскую жизнь — провести измерение АЧХ. В этой части мною был накоплен большой опыт по измерению АЧХ неизвестных фильтров в диапазоне 0,1...90 МГц. При этом используется простой подход. Сначала через резистор около 500 Ом (не критично) подают на предполагаемый вход сигнал амплитудой около 1 В и контролируют сигнал на выходе (на нагрузке около 500 Ом) — на какой частоте проходит сигнал с заметной амплитудой. Если эта частота более 10 МГц, проверить стоит на втрое большей частоте, поскольку фильтры с центральной частотой более 30 МГц могут работать на гармонике. Потом подсчитывают LC-контур по выше указанной тестовой схеме (см. рис. 10.17), для начала ориентируясь на катушку индуктивности L = 0,22/0,47/1/2,2/4,7 мкГн для частот 90/50/30/20/10 МГц, для этого подходят выводные дроссели. Подборкой резисторов R1* и R2* находят "правильные" согласующие сопротивления по критерию наименьшей неравномерности в полосе пропускания, а построечными конденсаторами добиваются наилучшего общего вида АЧХ. Если с помощью резисторов не удастся получить гладкую АЧХ, надо увеличить шагом 20 % (но не более 50 %) индуктивность катушек, корректировать ёмкость и повторить процедуру. Самая верная настройка та, при которой дополнительные резисторы не нужны, — тогда импеданс 50 Ом напрямую трансформируется в нужное значение, при этом потери в полосе пропускания минимальные, как в моём примере. С достаточной точностью можно рассчитать номинальное сопротивление согласования на выводах фильтра по формуле R = L/(0,05C), R (кОм), L (мкГн), C (пФ), коэффициент 0,05 — это импеданс 50 Ом измерительной аппаратуры. От этого расчётного значения надо вычесть 20...30 %, так как в LC-контуре также присутствует сопротивление потерь. В конце маркером пишите найденные параметры (R, L и C) на корпус фильтра — думаю, что к тому моменту уже пришла идея интересного проекта.

В следующей части берёмся за святое дело — настройку кварцевых фильтров и окончательное распределение усиления по каскадам приёмника. Благодаря заранее проведённым работам в других узлах будет возможность отказаться от прямых измерений на частоте первой ПЧ (55 МГц) в условиях простой домашней лаборатории. Но поверенный частотомер и измеритель АЧХ в диапазоне частот 400...500 кГц или измерительный генератор до 1 МГц с функцией ГКЧ (VCO) будут нужны.

***От редакции**. Справочные данные некоторых упомянутых в статье радиоэлементов находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/06/s2000-10.zip** на нашем FTP-сервере.*

(Продолжение следует)

Испытатель элементов питания

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской обл.

Листая журналы "Радио" прошлых лет, всегда можно почерпнуть идею для новой конструкции. В данном случае источником идеи послужила статья [1] под рубрикой "За рубежом". Описываемый прибор выполняет аналогичную функцию и предназначен для быстрой проверки наиболее распространённых гальванических элементов питания бытовой аппаратуры.

Испытатель измеряет остаточную ёмкость гальванического элемента питания на момент измерения в процентах от номинальной. Ёмкость элемента — это количество электричества, которое он может отдать в нагрузку. При разрядке неизменным током I её значение в ампер-часах равно разрядному току, умноженному на длительность разрядки элемента до заранее оговорённого минимального напряжения. При разрядке на постоянное сопротивление нагрузки ток с течением времени снижается вследствие уменьшения напряжения элемента. В этом случае ёмкость элемента рассчитывают по формуле

$$Q=\int_0^t i(t)dt=\frac{1}{R_н}\int_0^t U(t)dt=\frac{U_{ср}\cdot t}{R_н},$$

где t — продолжительность разрядки; i(t) — разрядный ток, изменяющийся в процессе разрядки; $R_н$ — сопротивление нагрузки; U — напряжение элемента, изменяющееся в процессе разрядки; $U_{ср}$ — напряжение элемента, усреднённое за время разрядки.

На **рис. 1** приведена экспериментально снятая кривая разрядки щелочного элемента "Energizer" типоразмера АА на резисторе сопротивлением 15 Ом. На **рис. 2** — полученная путём графического интегрирования этой кривой зависимость остаточной ёмкости элемента от его напряжения. Ёмкость свежего неразряженного элемента получилась равной 2 А·ч.

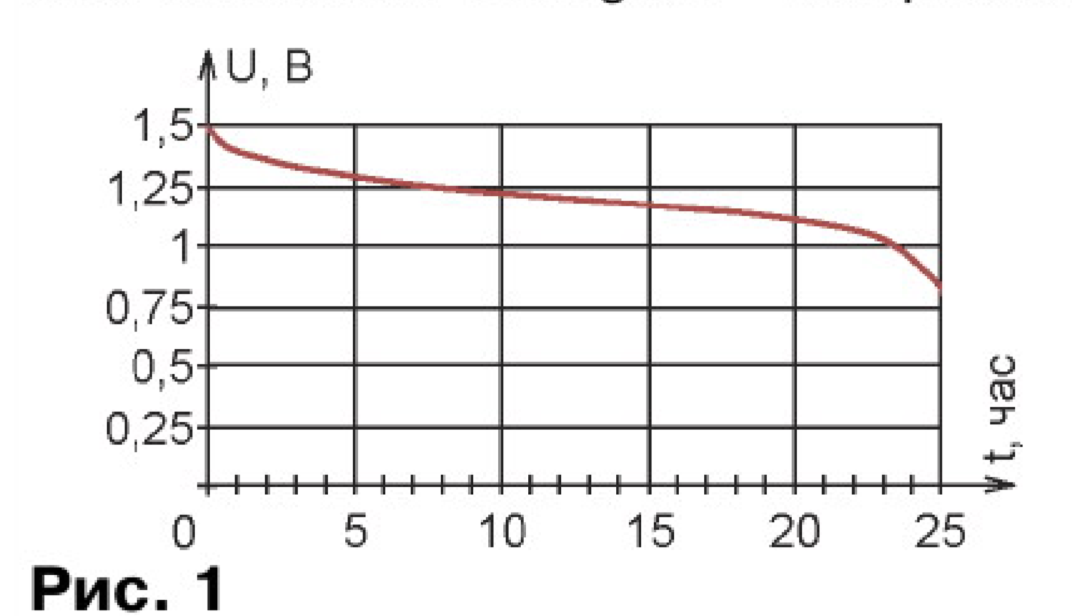


Рис. 1

Схема испытателя изображена на **рис. 3**. Он измеряет с помощью встроенного в микроконтроллер DD1 (ATtiny 13A-SU) АЦП напряжение на проверяемом элементе питания G_x при его нагрузке резистором, выбранным переключателем SA2. Измеренное значение сравнивается с константами, записанными в памяти микроконтроллера, программный блок сравнения включает определённое число светодиодов на линейной шкале индикатора ёмкости элемента.

Этот индикатор состоит из семи светодиодов зелёного и одного светодиода жёлтого цветов свечения. Число включённых светодиодов пропорционально ёмкости элемента: 100 % — включены все светодиоды HL1—HL8, 0 % — включён только один жёлтый светодиод HL8.

Если напряжение элемента менее 1 В, включается красный светодиод HL9. Это свидетельствует, что проверяемый элемент питания не пригоден для дальнейшего использования.

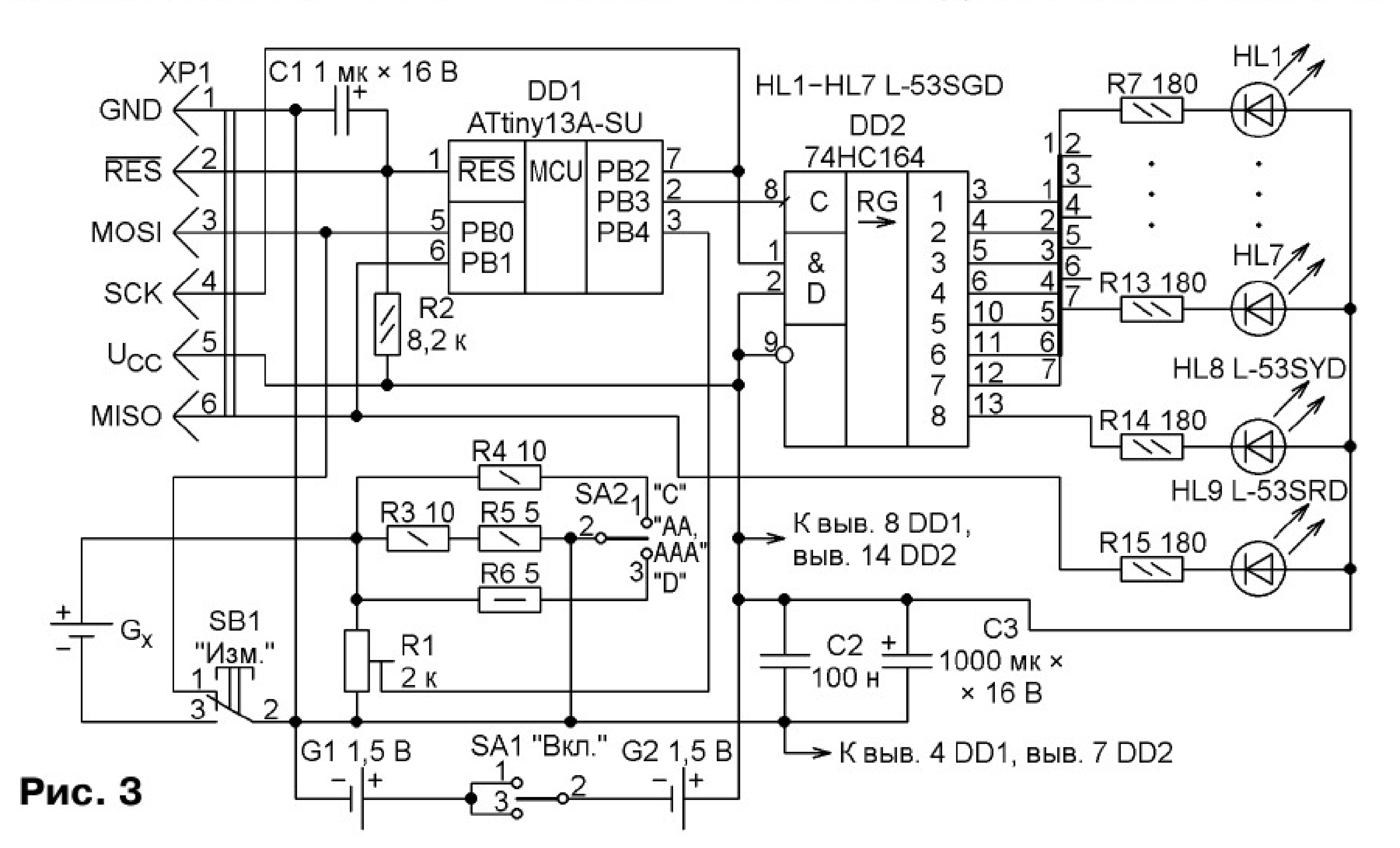


Рис. 3

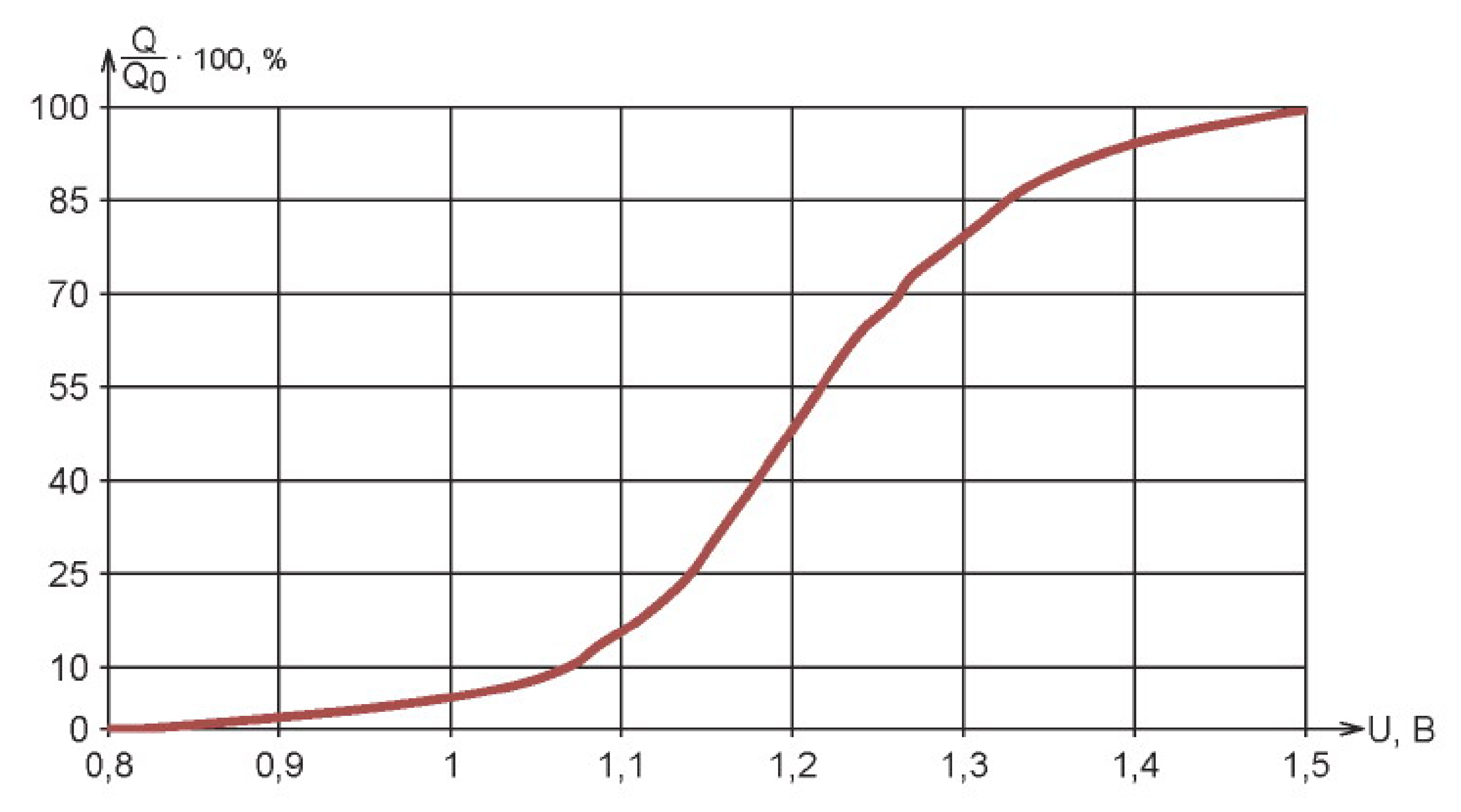


Рис. 2

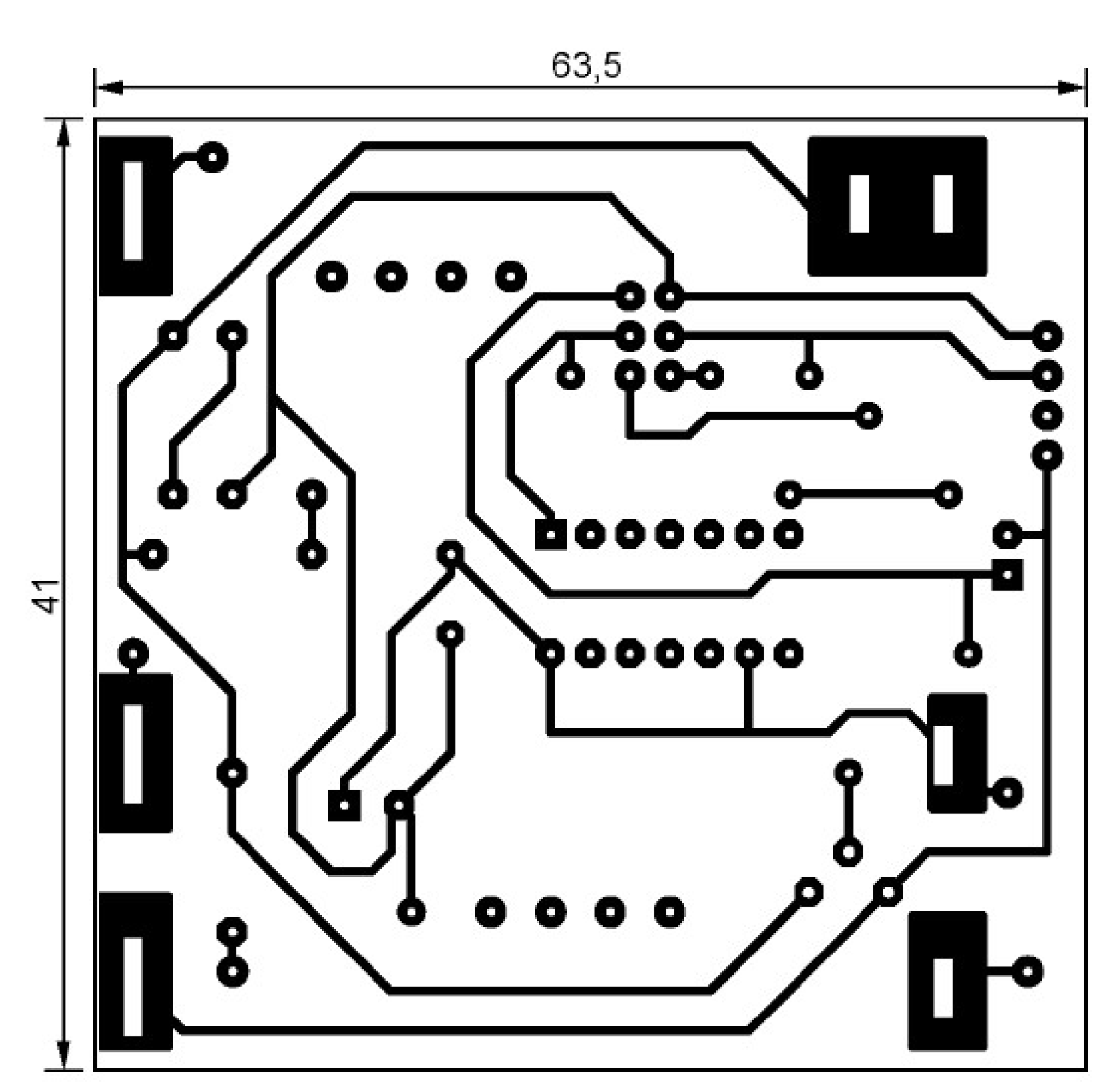
При проверке производятся десять измерений напряжения элемента с паузами между ними 0,2 с. Затем программа вычисляет среднее значение результата, которое и сравнивает с хранящимися в памяти константами. Для правильных показаний прибора делитель напряжения на подстроечном резисторе R1 должен быть отрегулирован так, чтобы напряжение на его подвижном контакте (на входе АЦП микроконтроллера) было равно 1 В при напряжении на проверяемом элементе 1,5 В.

Сдвиговый регистр 74HC164 (DD2) коммутирует светодиоды HL1—HL8 индикатора, красный светодиод HL9 подключён к выходу PB1 микроконтроллера. При включении питания все светодиоды вспыхивают на 2 с, после их гашения прибор готов к работе. Кнопка SB1 служит для запуска подпрограммы измерения и подключает отрицательный вывод проверяемого элемента к общему проводу. На время измерения (до появления на индикаторе значения ёмкости проверяемого элемента) кнопку необходимо удерживать нажатой. Переключатель SA2 на три положения служит для выбора резистора, задающего ток нагрузки в зависимости от типоразмера проверяемого элемента питания. Начальные токи разрядки следующие: АА, ААА — 100 мА, С — 250 мА, D — 400 мА.

Подстроечным резистором R1 калибруют прибор. Порядок действий при этом следующий. К испытателю подключают свежий гальванический элемент G_x напряжением 1,5 В. При переключателе SA2 в положении "АА, ААА" и нажатой кнопке SB1 вращением движка подстроечного резистора R1 на входе PB4 микроконтроллера устанавливают напряжение 1 В относительно вывода 4 микроконтроллера.

В исходном состоянии кнопки SB1 контакт 3 разъёма XP1 соединён с общим проводом, что при программировании микроконтроллера вызывает сбой или выход из строя программатора. Во избежание этого на время программирования необходимо отключить провод от контакта 1 кнопки SB1 или удерживать эту кнопку нажатой, пока программирование не будет завершено.

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



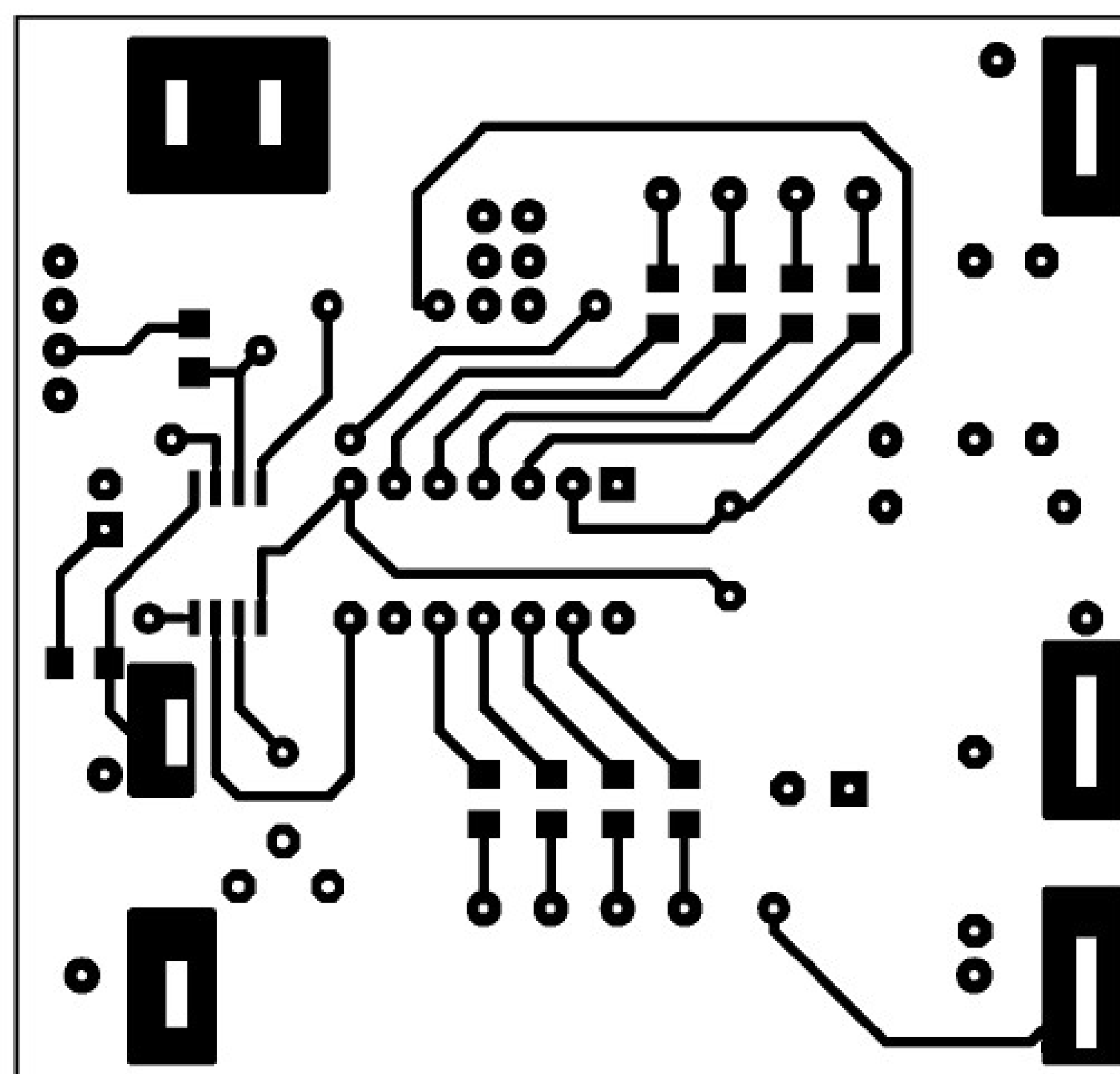


Рис. 4

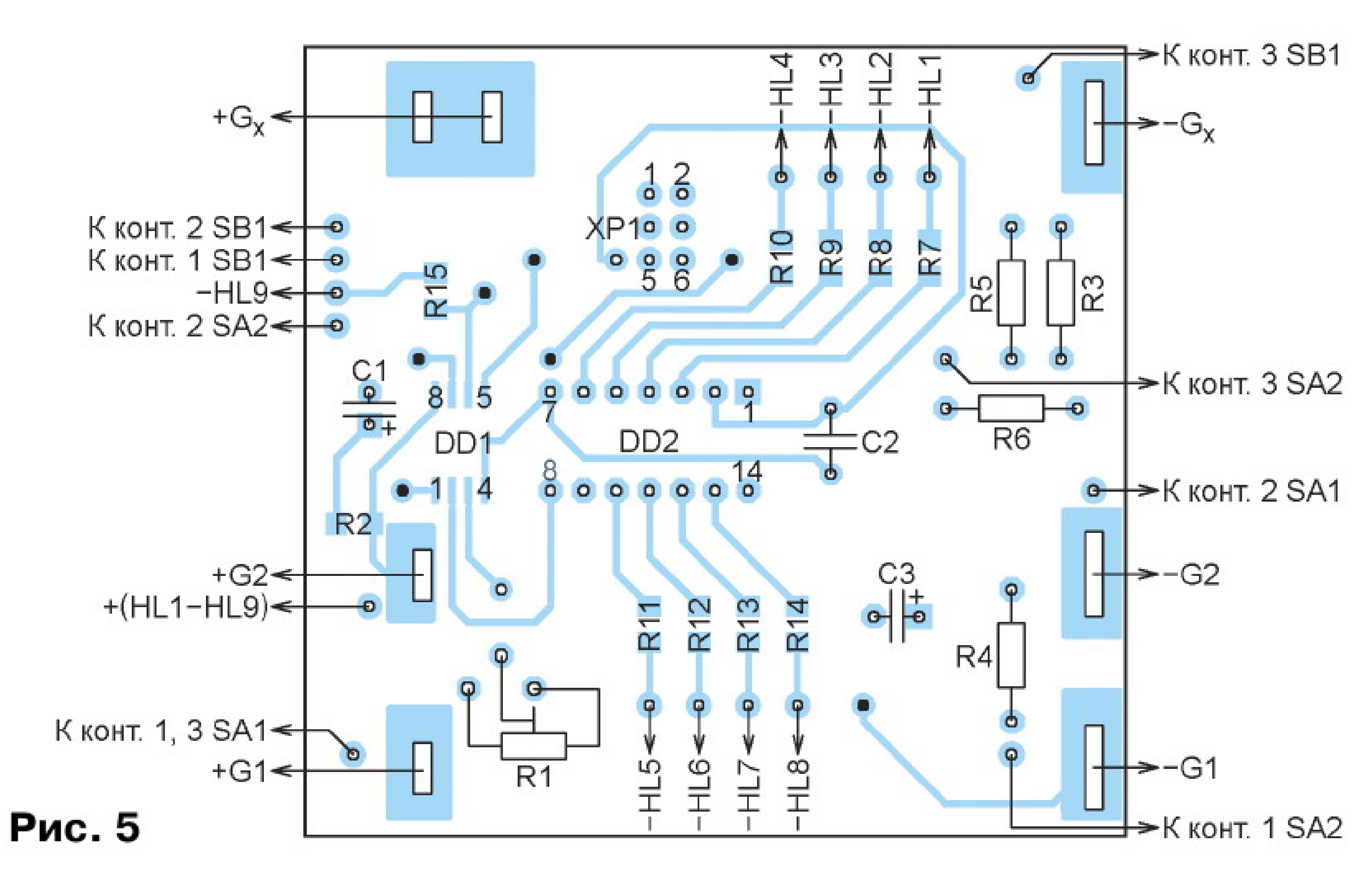


Рис. 5

Оксидные конденсаторы можно использовать любого типа. Конденсатор C2 — керамический КМ-6 или аналогичный импортный. Вместо дискретных светодиодов HL1—HL9 можно применить готовую линейную светодиодную шкалу, например, DC-7G3HWA. Разъём XP1 — вилка PLD-6

Для повышения достоверности результата рекомендуется проверять элементы при сопротивлении нагрузки, близком к тому, с которым его предполагается эксплуатировать в дальнейшем. Ещё большей точности можно достичь, если предусмотреть в программе несколько блоков констант, с которыми будет сравниваться напряжение элемента в зависимости от его типа.

При программировании микроконтроллера его разряды конфигурации для работы от внутреннего тактового генератора частотой 4,8 МГц должны быть установлены следующим образом:

CKSEL =01;
SUT = 10;
CKDIV8 = 1.

При разработке программного обеспечения использован файл 16121572.asm — программная реализация интерфейса SPI для модели AT90S1200 из книги [2].

Как показала практика, светодиод HL9, подключённый через резистор R15 к контакту 6 разъёма XP1, на правильную работу программатора STK500 не влияет.

Питается испытатель от двух гальванических элементов G1 и G2 типоразмера AA. Выключатель питания SA1 имеет три положения (два из них "Вкл.") и включён между элементами питания. Вполне допустимо использование другого источника питания со стабилизированным напряжением до 5 В и обычным выключателем.

Печатная плата испытателя изображена на **рис. 4**, а расположение элементов на ней — на **рис. 5**. Плата рассчитана на размещение в корпусе от зарядного устройства "Varta". В предусмотренные в ней прямоугольные отверстия впаивают контактные лепестки, которые при установке платы в корпус соединяют её цепи с находящимися на штатных установочных местах корпуса элементами питания G1, G2 и проверяемым элементом G_x. Для проверки элементов большего размера в верхней части корпуса установлена контактная колодка. Внешний вид собранного прибора показан на **рис. 6**.



Рис. 6

Резисторы R2 и R7—R15 — типоразмера 1206 для поверхностного монтажа, R3—R5 — мощностью 0,25 Вт, R6 — мощностью 0,5 Вт для навесного монтажа. Подстроечный резистор R1— многооборотный.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тестер для элементов питания ("За рубежом"). — Радио, 1991, № 6, с. 86.

2. **Трамперт В.** AVR-RISC микроконтроллеры. — Киев: "МК-Пресс", 2006.

От редакции. *Программа микроконтроллера имеется по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/06/testbat_v2.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Особенности портов ввода—вывода микроконтроллера ATxmega и их настройка средствами BASCOM AVR

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

Порты ввода—вывода микроконтроллеров AVR предшествовавших поколений традиционно имели по три регистра (DDR, PORT, PIN), в которых для каждой линии порта предусматривались разряды управления направлением передачи информации DDRn, выходной информации PORTn и разряды входной информации PINn (отображающие логические уровни на физических выводах микроконтроллера). Такая структура сохранена и в микроконтроллерах ATxmega, однако к ней добавлено много усовершенствований, о которых и рассказывает предлагаемая статья.

В микроконтроллерах ATxmega изменены названия регистров DDR, PORT и PIN. Теперь они стали более логичными с точки зрения выполняемых ими функций: регистр направления получил название DIR, регистр выходной информации — OUT, регистр входной информации — IN. Обращение к регистру любого модуля микроконтроллера теперь осуществляется по схеме "условное наименование модуля_наименование регистра". Например, в системе разработки программ BASCOM AVR строка, обеспечивающая вывод значения переменной A в порт B, ранее имевшая вид

```
PORTB=A
```

теперь выглядит так:

```
PORTB_OUT = A
```

Однако сохранена возможность обращения к регистрам DIR, OUT, IN по их "старым" именам, т. е. программные конструкции DDRB = 1, PORTB = A, A = PINB и другие подобные остаются допустимыми, что существенно облегчает перенос на микроконтроллеры ATxmega программ, разработанных для микроконтроллеров AVR ранних семейств.

Чтобы более эффективно управлять портами на уровне отдельных разрядов для регистров направления и выходной информации, введены новые функции "установить" — SET, "очистить" — CLR и "переключить" — TGL. Для их реализации в порт добавлены специальные регистры. Например, запись логической единицы в разряд регистра OUTSET приведёт к установке в соответствующем разряде регистра OUT логической единицы, а в разряд регистра OUTCLR — логического нуля. Запись логической единицы в разряд регистра OUTTGL вызывает инверсию значения соответствующего разряда регистра OUT. Аналогичным образом единицы в разрядах регистров DIRSET, DIRCLR, DIRTGL изменяют состояние регистра DIR.

Конфигурирование линий порта. Если в семействах микроконтроллеров ATtiny и ATmega возможности конфигурирования линий порта были довольно скромными (вход, выход и установка на отключённом от внешних источников сигнала входе высокого логического уровня с помощью встроенного резистора), то в семействе ATxmega эти возможности стали существенно шире. Для линии, сконфигурированной как вход, возможны следующие варианты поддержания логического уровня при отключённом внешнем источнике сигнала:

— неопределённый;
— высокий;
— низкий;
— адаптивный.

В последнем случае при отключении источника сигнала на входе сохраняется логический уровень, который был установлен последним. Это даёт возможность избежать неопределённого состояния входа.

Для линии, сконфигурированной как выход, можно задать следующие подрежимы работы:

— двухтактный выход;
— однотактный выход с открытым истоком;
— однотактный выход с открытым истоком и внутренней нагрузкой, подключённой к общему проводу;
— однотактный выход с открытым стоком;
— однотактный выход с открытым стоком и внутренней нагрузкой, подключённой к плюсу питания.

Появилась возможность ограничить крутизну перепадов выходного сигнала, что снижает энергопотребление. Длительность перепадов при этом увеличивается примерно вдвое. Пользоваться такой возможностью следует с осторожностью. Если линия нагружена входом высокоскоростного устройства, то на "длинном" перепаде иногда наблюдается хаотическое изменение состояния входа, пока уровень напряжения на нём остаётся в интервале между логически низким и логически высоким.

Следующим весьма полезным нововведением в конфигурировании линий порта является возможность инвертирования логического уровня сигнала при его вводе и выводе. Кроме того, в микроконтроллерах ATxmega существенно расширены возможности генерирования аппаратурой портов запросов прерывания и событий. Можно указать, какие изменения входных сигналов будут использоваться в этих целях. Для этого на каждой линии предусмотрен регистр PINnCTRL, структура которого представлена ниже.

PINnCTRL — конфигурационный регистр линии n порта (например, для линии 3 порта B его полное имя PORTB_PIN3CTRL). Имеет следующие разряды (в круглых скобках — номер разряда регистра):

SRLEN (7) — признак включённого ограничения крутизны перепадов выходного сигнала.

INVEN (6) — признак инвертирования входных и выходных сигналов.

OPC[5:3] (5—3) — кодом в этих разрядах задают, в соответствии с **табл. 1**, тип выхода и способ поддержания логического уровня на свободном входе.

ISC[2:0] (2—0) — кодом в этих разрядах задают, в соответствии с **табл. 2**, какие изменения входного сигнала будут фиксироваться аппаратурой и как будут генерироваться запросы прерывания или события. При коде 011 низким логическим уровнем на входе, не изменяющемся при выходе микроконтроллера из "спящего" состояния, будет генерироваться только запрос прерывания. Событие в этой ситуации будет по-прежнему генерироваться при высоком уровне. Следует отметить, что если установлено единичное значение разряда INVEN, то логические уровни и их перепады, задаваемые кодами 001—011, становятся инверсными относительно указанных в таблице.

Таблица 1

Код	Описание	
	Тип выхода	Лог. уровень
000	Двухтактный	Неопределённый
001	Двухтактный	Адаптивный
010	Двухтактный	Низкий (общ. провод)
011	Двухтактный	Высокий (питание)
100	Открытый исток	Неопределённый
101	Открытый сток	Неопределённый
110	Открытый исток	Низкий (общ. провод)
111	Открытый сток	Высокий (питание)

Таблица 2

Код	Описание
000	Обнаружение любого перепада
001	Обнаружение нарастающего перепада
010	Обнаружение спадающего перепада
011	Обнаружение низкого уровня
100	Резерв
101	Резерв
110	Резерв
111	Отключение входного буфера

Наличие для каждой линии каждого порта своего конфигурационного регистра делает процесс настройки портов довольно длинным. Чтобы сократить его, в микроконтроллерах ATxmega предусмотрена возможность установить одинаковую конфигурацию нескольких линий порта с помощью маски, задаваемой в регистре **MPCMASK**, который не имеет привязки ни к одному из регистров портов. Выполняется такая конфигурация в два этапа. Сначала в разряды регистра MPCMASK, соответствующие номерам линий порта, которые

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

должны быть сконфигурированы одинаково, заносят логические единицы. Затем в регистр конфигурации любой из этих линий заносят требуемый конфигурационный код. Автоматически он будет загружен и в регистры конфигурации остальных линий порта, указанных в регистре MPCMASK. Производитель рекомендует, чтобы одновременное конфигурирование нескольких линий проводилось с предварительным запретом прерываний и их последующим разрешением.

Пусть требуется сконфигурировать линии 0, 2, 3, 4 ,5, 7 порта B как двухтактные выходы и задать обнаружение спадающих перепадов уровней на них. Из табл. 1 и табл. 2 находим, что конфигурационный код для этого случая будет равен &B00000010.

Требуемое действие выполнит последовательность команд

```
Disable Interrupts
MPCMASK=&B10111101
PORTB_PIN4CTRL=&B00000010
Enable Interrupts
```

После этого все указанные в регистре MPCMASK линии порта (можно было использовать регистр конфигурации любой из них) будут сконфигурированы требуемым образом, а регистр MPCMASK обнулён. Доступен и механизм конфигурирования линий порта как входов или как выходов с помощью директив Config Pin, Config Port или непосредственной загрузкой регистра направления порта. Например, сконфигурировать все линии порта B на вывод можно так:

```
PORTB_DIR = &B11111111
```

или так:

```
DDRB = &B11111111
```

или так:

```
Config PORTB = Output
```

Генерирование событий и запросов прерываний. В микроконтроллерах ATxmega каждая линия порта, сконфигурированная как вход, способна генерировать запросы прерывания и события. Условия их генерации определяются полем ISC регистра PINnCTRL (см. табл. 2) и состоянием системы синхронизации микроконтроллера. Если на аппаратуру порта поступает сигнал синхронизации, контроль состояния входа производится синхронно. Если же сигнал синхронизации не поступает (как в некоторых режимах пониженного энергопотребления), то аппаратура порта контролирует состояние входа асинхронно. При синхронном контроле генерируются как запросы прерывания, так и события, при асинхронном — только запросы прерываний. При этом полная функциональность сохраняется только у линии 2 порта, у остальных линий она ограничена. Возможности аппаратуры порта по генерации запросов прерывания и событий при синхронном и асинхронном контроле входов приведены в **табл. 3**.

Каждый порт способен генерировать два сигнала запросов прерываний (int0 и int1). Для управления прерываниями в составе аппаратуры порта имеются регистры:

INTCTRL — регистр управления прерываниями. В нём используются следующие разряды:

INT1LVL[1:0] (3, 2) — уровень прерывания int1;

INT0LVL[1:0] (1, 0) — уровень прерывания int0.

Коды в этих полях задают уровни соответствующих прерываний: 00 — прерывание запрещено, 01 — прерывание низкого уровня, 10 — прерывание среднего уровня, 11 — прерывание высокого уровня. Уровень определяет очерёдность обработки запросов прерываний, поступивших одновременно. Если даже запрос прерывания более высокого уровня поступил во время обработки прерывания меньшего уровня, то эта обработка прерывается и обрабатывается новый запрос. Лишь по его выполнении обработка низкоуровневого прерывания продолжается. Разряды 4—7 регистра INTCTRL не используются.

INT0MASK — регистр маски прерываний int0.

INT1MASK — регистр маски прерываний int1.

Единицы в разрядах этих регистров задают линии порта, при изменении состояния которых будут генерироваться запросы прерывания (соответственно int0 и int1). Условия, при которых генерируются запросы, задают для каждой линии в полях ISC регистров PINnCTRL.

INTFLAGS — регистр флагов прерывания.

INT1IF (1), INT0IF (0) — флаг устанавливается, если на любой из линий порта, выбранных в качестве источника запросов прерываний, выполняется условие генерации запроса. Он снимается аппаратно при переходе на обработку запроса либо программно путём записи единицы в соответствующий разряд регистра. Для использования прерываний необходимо:

— настроить контроллер прерываний микроконтроллера и разрешить прерывания того уровня, который будет использоваться. Уровень каждого прерывания задаёт программист;

— настроить источник запросов прерывания на их генерацию при выполнении соответствующих условий;

— указать адрес (метку) подпрограммы обработки прерывания;

— дать глобальное разрешение прерываний.

Описанные действия обычно выполняют в начальном фрагменте программы на этапе конфигурирования модулей микроконтроллера. После этого остаётся в нужном месте программы разрешить обработку необходимого запроса прерывания. Пусть требуется сконфигурировать порт F на выход и установить на его линиях нулевые значения, если на линии 3 порта B не обнаружен высокий уровень сигнала. Будем использовать прерывание int0:

```
Config Priority=Static,◇
Vector=Application, Lo=Enabled
PORTB_PIN3CTRL=&B01011011
PORTB_INT0MASK=&B00001000
Enable Interrupts
On PORTB_INT0 Label1
......
Enable PORTB_INT0,Lo
......
......
Label1:
DDRF=&B11111111
PORTF=0
Return
```

Обратите внимание, поскольку условием генерации запроса прерывания выбрано обнаружение высокого уровня на линии 3 порта B, то при конфигурировании этой линии в регистре PORTB_PIN3CTRL задано инвертирование сигнала, так как выполнение этого условия не может быть обнаружено иначе.

В "механизме" обработки прерываний можно выделить два этапа. Первый — формирование запроса прерывания и установка его флага в регистре прерываний соответствующего модуля микроконтроллера. Это действие выполняет аппаратура модуля при соответствующих формированию запроса условиях. Второй этап — обработка запроса, в ходе которого исполнение текущего фрагмента программы приостанавливается, а управление передаётся подпрограмме обработки прерывания. Это действие выполняет контроллер прерываний микроконтроллера.

Если запрашиваемое прерывание разрешено, то второй этап — логическое продолжение первого, и оба они составляют единую процедуру, в ходе выполнения которой флаг прерывания снимается. А если прерывание запрещено? В этом случае второй этап будет заблокирован, но первый всё равно выполнен — запрос прерывания будет сформирован и его флаг в соответствующем регистре установлен. Значит, этот запрос может быть при необходимости обнаружен программой, ведь регистры прерывания модулей микроконтроллера ей доступны. Возможность программного анализа состояния флагов прерываний — эффективный инструмент, позволяющий программисту решать целый ряд задач.

Рассмотрим лишь один пример. Пусть необходимо остановить выполнение программы в строго определённом месте и продолжить её выполнение лишь в том случае, если на линии 3 порта B будет установлен низкий уровень.

Подобные ситуации на практике встречаются нередко. Например, к этой

Таблица 3

Условия	Синхронный контроль		Асинхронный контроль (только запросы прерывания)	
	Запросы прерывания	События	Линия 2	Остальные линии
Нарастающий перепад	Есть	Есть	Есть	Нет
Спадающий перепад	Есть	Нет	Есть	Нет
Любой перепад	Есть	Нет	Есть	Есть*)
Низкий уровень	Есть	Нет	Есть	Есть*)

*) Только в случае, если уровень, вызывающий генерацию запроса прерывания, сохраняется до прихода первого импульса синхронизации.

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-28-38

линии подключена кнопка и следует дождаться её нажатия. Реализуется это достаточно просто. Линию 3 порта B конфигурируем как вход с внутренним поддержанием высокого уровня и задаём обнаружение низкого уровня:

```
PORTB_PIN3CTRL=&B00011011
Config PINB.3=Input
```

Выбираем запрос прерывания int0 от порта B и запрещаем это прерывание, если ранее оно было разрешено. В регистре маски разрешаем генерацию запроса прерывания только от линии 3:

```
Disable PORTB_INT0
PORTB_INT0MASK=&B00001000
```

Предварительная настройка закончена. Теперь там, где программа должна быть остановлена, записываем команду

```
Bitwait PORTB_INTFLAGS.0,Set
```

После нажатия на кнопку выполнение программы продолжится, и первой же командой после остановки должен быть снят флаг прерывания int0:

```
Set PORTB_INTFLAGS.0
```

Как уже отмечалось, автоматически этот флаг снимается только при переходе к процедуре обработки прерывания, а он запрещён.

Технология виртуальных портов

Работая с портами, нередко требуется манипулировать их отдельными разрядами. Для ускорения подобных действий в системе команд процессора микроконтроллера имеется ряд команд поразрядной обработки информации. Но работают они только с операндами, расположенными в адресном пространстве ввода—вывода (первые 32 адреса). Поскольку регистры портов располагаются за пределами этой области в расширенном пространстве памяти ввода—вывода, с ними такие команды не работают. Поэтому для изменения одного разряда, например, в регистре OUT порта приходится сначала загрузить его содержимое в регистр, находящийся в пространстве ввода—вывода, изменить в нём требуемый разряд и вновь записать результат в регистр OUT. Получается длинно и долго. Технология виртуальных портов призвана ускорить подобные операции.

Виртуальный порт содержит четыре регистра: OUT, IN, DIR, INTFLAGS. Их адреса находятся в области памяти ввода—вывода. После связывания физического порта с виртуальным обращение к регистру виртуального порта становится эквивалентным обращению к одноименному регистру физического порта. Иначе говоря, регистры OUT, IN, DIR, INTFLAGS физического порта отображаются на область памяти ввода—вывода.

Всего в микроконтроллерах ATxmega предусмотрены четыре виртуальных порта VPORT0—VPORT3. Конфигурирование виртуальных портов, т. е. связывание их с физическими портами в BASCOM AVR, выполняется с помощью директивы Config VPort, например:

```
Config VPort0=C
```

В результате её исполнения физический порт C микроконтроллера будет связан с нулевым виртуальным портом. Рассмотренная директива позволяет сконфигурировать несколько виртуальных портов одновременно:

```
Config VPort0=C,VPort1=E,◇
VPort2=D,VPort3=F
```

После выполнения директивы связывания вместо обращения к физическому порту можно обращаться к соответствующему виртуальному. Например, оператором присваивания

```
DDR0=&B00000000
```

все линии порта C будут сконфигурированы на вход, а оператор

```
A=PIN0
```

прочитает байт из порта C и присвоит его переменной A.

Если приходится часто использовать программные конструкции

```
If PINC.6=1 then ...
Toggle PORTC.5
```

и им подобные, то целесообразно работать через виртуальный порт. В этом случае и размер скомпилированной программы, и время её исполнения уменьшатся.

Из других нововведений отметим возможность вывода на линии порта сигналов системной синхронизации устройств ввода—вывода и событий. Имеется ряд изменений в альтернативных функциях линий портов, обеспечивающих ввод и вывод сигналов от других модулей микроконтроллера (АЦП, ЦАП и др.). Описания альтернативных функций приведены в разделах [1, 2], посвящённых принципам устройства и функционирования соответствующих модулей микроконтроллера.

ЛИТЕРАТУРА

1. 8/16-bit Atmel XMEGA A3U Microcontroller. — URL: **http://www.atmel.com/images/atmel-8386-8-and-16-bit-avr-microcontroller-atxmega64a3u-128a3u-192a3u-256a3u_datasheet.pdf** (31.12.14).

2. Xmega A Manual. — URL: **http://www.atmel.com/Images/doc8077.pdf** (31.12.14).

Обзор стандарта KNX

И. КУТЕПОВ, г. Санкт-Петербург

На рынке оборудования для автоматизации зданий и помещений сегодня имеется много различных устройств и систем. В прошлом разработчики всегда стремились применить в них свои идеи, инновации и протоколы обмена информацией. Освещением управляли по одному протоколу, кондиционированием — по другому, вентиляцией могли и по третьему. Но возникла необходимость обеспечить совместимость этих систем и иметь для них один универсальный протокол. Сегодня всё большее применение получают устройства автоматики, управляемые и общающиеся между собой по протоколу KNX. В предлагаемой статье описаны основные особенности этого протокола.

Протокол KNX даёт возможность легко объединять различные инженерные системы в единый комплекс. Это позволяет снизить стоимость автоматизации и повысить надёжность из-за отказа от различных преобразователей и шлюзов для соединения устройств, работающих по разным протоколам.

KNX стал протоколом, который отвечает всем этим требованиям. Он позволяет управлять различными системами как в комплексе зданий, так и в отдельной квартире и хорошо интегрируется в другие системы. Описан этот протокол в международном стандарте ISO/IEC 14543-3.

Все устройства, согласно KNX, объединяются в распределённую сеть, в которой не нужен центральный компьютер. Технология KNX позволяет контролировать работу всех задействованных систем и управлять ими без применения сложных центров управления. Можно назвать следующие преимущества KNX-систем:

— низкие эксплуатационные расходы;

— наглядность контроля и управления;

— возможность расширения существующей системы под новые задачи;

— возможность изменять настройки в процессе эксплуатации;

— предоставляя единый пакет программного обеспечения для осуществления проектирования систем, их настройки и эксплуатации, гарантирует совместимость и взаимодействие изделий разных производителей, используемых для выполнения необходимых функций.

Имеется возможность применить протокол KNX и в радиолюбительской практике. В качестве аппаратной платформы можно выбрать дешёвые и освоенные устройства. Например, Arduino и его модификации, Raspberry Pi, ODROID и др.

Технология KNX может быть применена в различных подсистемах "Умного дома":

— регулирование и управление освещением (его включение и выключение, в том числе автоматическое, изменение яркости, поддержание постоянной освещённости, управление посредством DALI (Digital Addressable Lighting Interface) — цифрового интерфейса с адресацией для осветительных приборов);

— отопление, кондиционирование и вентиляция (индивидуальное управление температурой в помещении, управления вентиляцией, отслеживания состояния окон), объединение их в единую систему. Полученные с датчиков сведения о температуре и состоянии воздуха используются для обеспечения оптимальных значений контролируемых параметров;

РАДИО®
РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ
тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 6, 2015

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

— управление жалюзи, ролл-ставнями и занавесами. Ролл-ставни, занавесы и жалюзи с регулировкой положения ламелей, в зависимости от угла падения солнечных лучей, обеспечивают оптимальное естественное освещение;

— охрана и безопасность (отслеживание состояния окон и дверей, противопожарная и дымовая сигнализация, подача сигналов тревоги и оповещения о несанкционированном проникновении, аварийных сигналов, имитация присутствия, освещение в режиме "Паника").

Принципы построения и функционирования KNX-системы

Система KNX состоит из датчиков, исполнительных устройств (актуаторов) и системных устройств. Все они объединены в KNX-сеть. Датчики подают сигналы о состоянии различных устройств и окружающей среды. Исполнительные устройства выполняют команды. Например, перемещают жалюзи, регулируют освещение, перекрывают клапаны подачи воды. К системным устройствам относятся, например, блоки питания, соединители линий, логические модули, IP-маршрутизаторы, GSM-шлюзы.

Для информационного обмена между элементами сети используются четыре вида сред передачи данных: физическая шина из витой пары проводов (KNX TP), электросеть (KNX PL), радиоканал на частоте 868 МГц (KNX RF), соединение по Ethernet (KNXnet/IP).

Подробно об особенностях построения сетей KNX можно прочитать в [1].

Чтобы KNX-система заработала, необходимо не только установить устройства и соединить их необходимыми кабелями между собой и с питающей сетью, но и запрограммировать устройства с помощью инженерного программного обеспечения ETS. До его загрузки необходимо назначить устройствам индивидуальные физические адреса, выбрать и настроить прикладные программы устройств, создать структуру групповых адресов и объединить в ней объекты связи, обозначив одни объекты как датчики, а другие — как исполнительные устройства. В пределах сети каждое устройство должно иметь индивидуальный физический адрес.

Система может быть сконфигурирована в одном из следующих режимов:

— системный (S-mode) даёт полный доступ к конфигурированию всех устройств, включая проектирование, формирование групповых адресов и программирование (загрузка) устройств с помощью ETS. Используется для создания систем квалифицированными специалистами;

— облегчённый (E-mode) — упрощённый режим конфигурирования. Большинство параметров устанавливаются по умолчанию, некоторые можно изменить с помощью клавиш на контроллере;

— автоматический (A-mode) обеспечивает автоматическое конфигурирование элементов системы с возможностью ручного изменения некоторых параметров. В последних вариантах стандарта KNX от него отказались.

Среда передачи информации — шина

Система KNX со связью по физической шине (витой паре проводов) работает от безопасного сверхнизкого напряжения питания SELV (Safety Extra Low Voltage), максимальное значение которого 29 В. Оно поступает на все устройства по той же витой паре, что и информация. Шина всегда надёжно изолирована от электросети, и прикосновение к ней не может причинить вреда человеку.

При использовании шины стандарт KNX предусматривает иерархическое деление на линии и зоны. Нижнее звено системы — сегмент линии, объединяющий до 64 шинных устройств. Линия может состоять как из одного сегмента, так и из нескольких (до четырёх), связанных через линейные усилители.

Возможная топология линии показана на **рис. 1**. Допустимое число шинных устройств, подключённых к одной линии, зависит от выбранного источника питания и электропотребления конкретных устройств. В пределах линии допускаются максимальная длина сегмента 1000 м, максимальное расстояние между источником питания и шинным устройством 350 м, максимальное расстояние между двумя источниками питания 200 м, максимальное расстояние между двумя шинными устройствами 700 м.

Через линейные усилители, как показано на **рис. 2**, линия может быть расширена дополнительными сегментами, максимальная длина каждого из них также 1000 м. Каждый сегмент должен быть подключён к своему блоку питания. Число параллельно включённых линейных усилителей не должно превышать трёх на каждую линию.

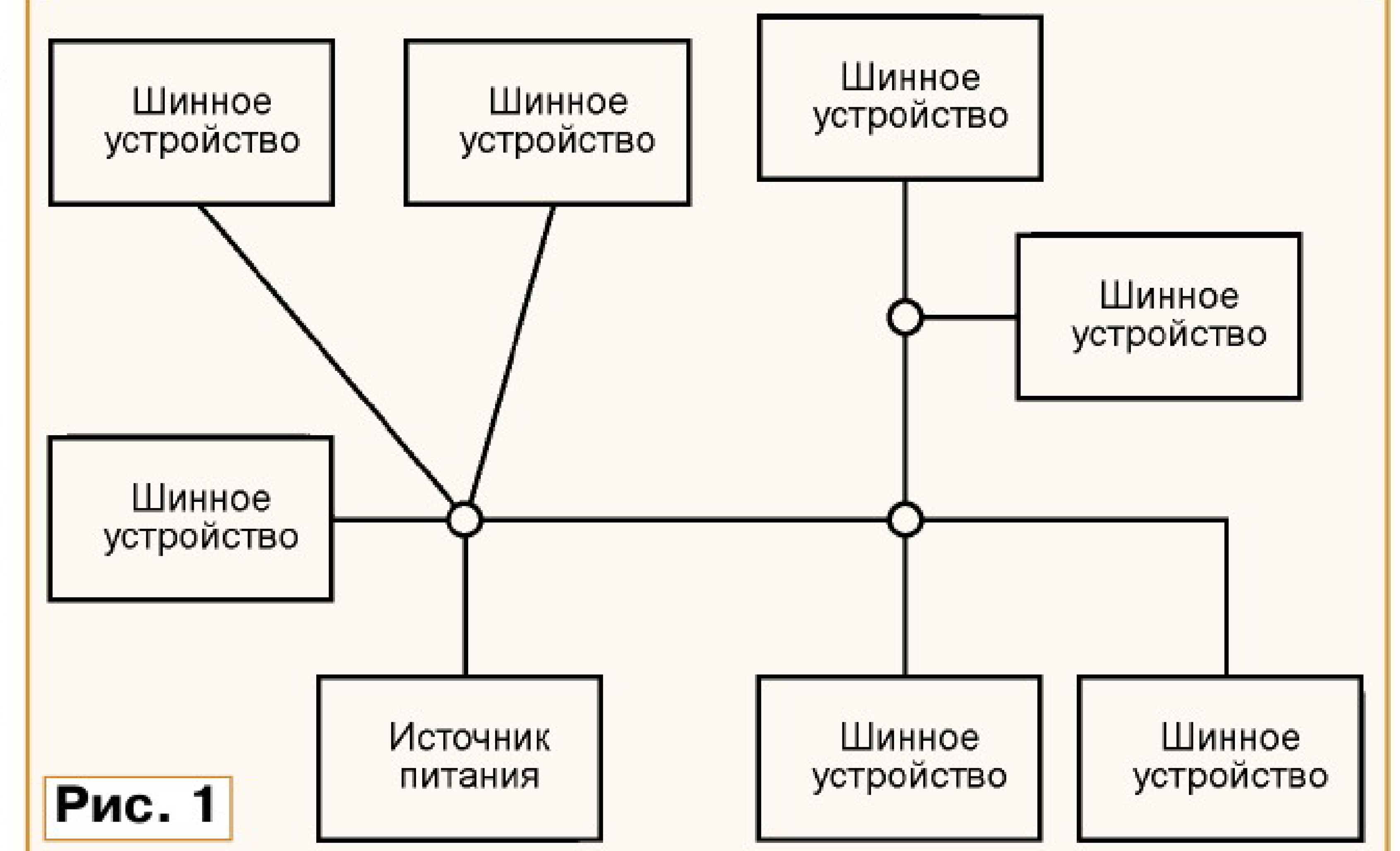


Рис. 1

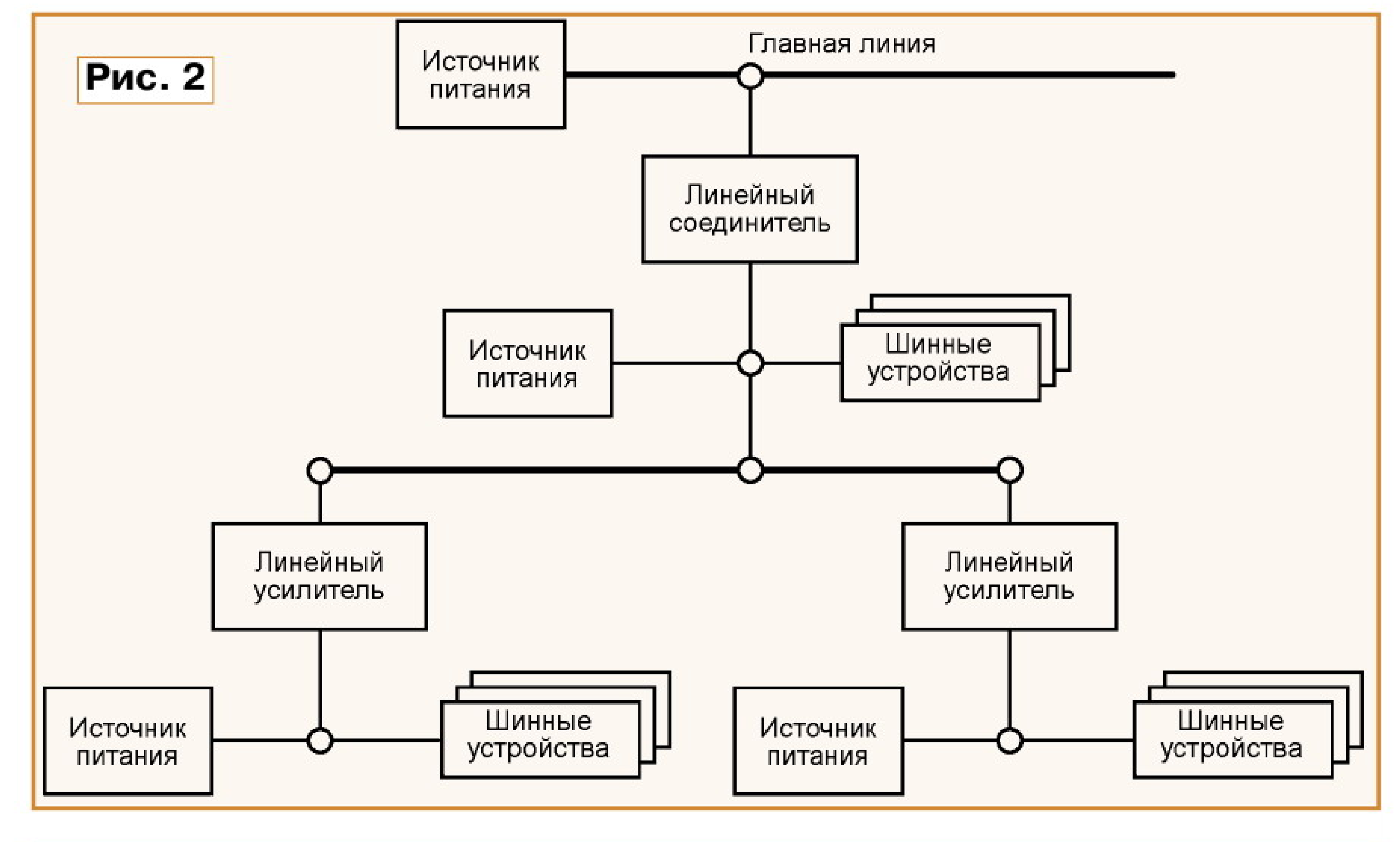


Рис. 2

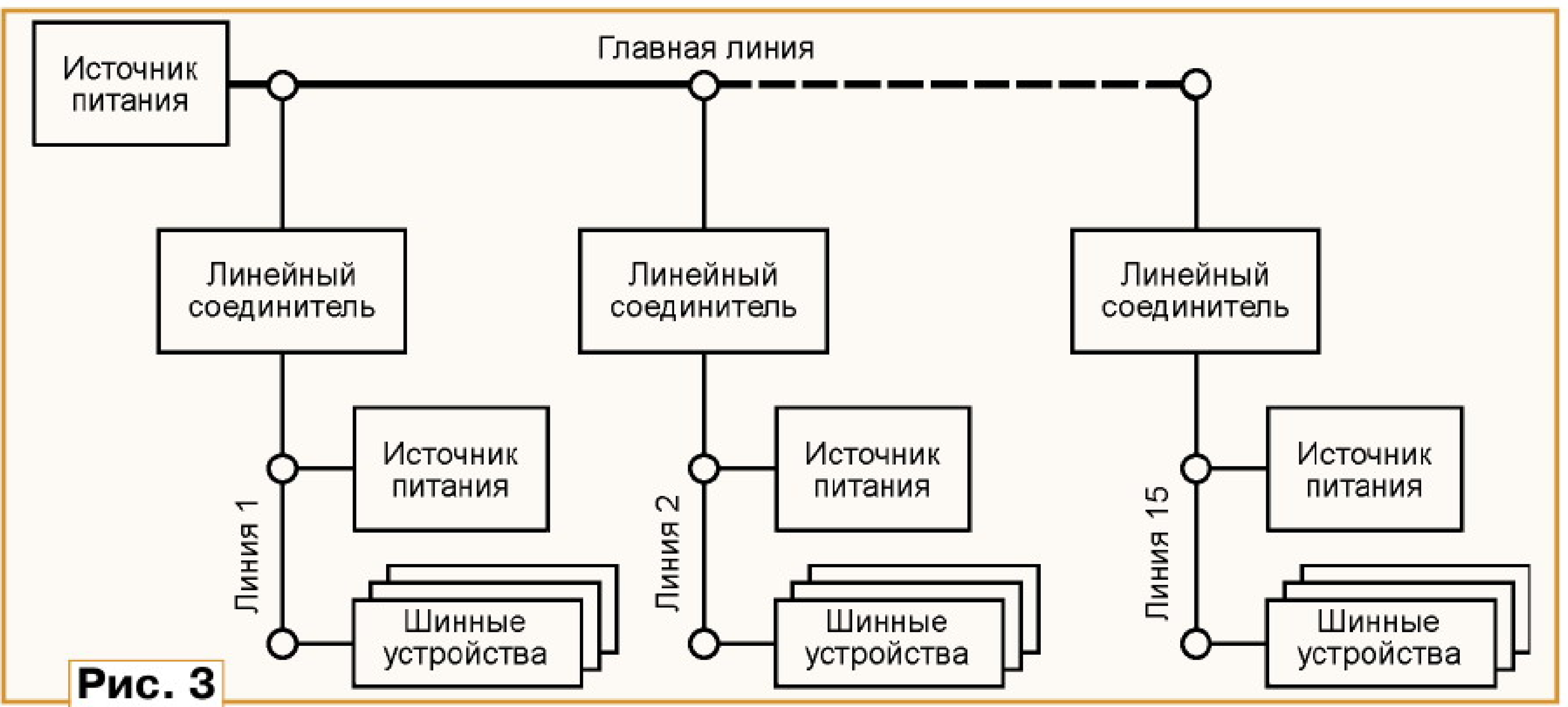


Рис. 3

С помощью линейных соединителей до 15 линий могут быть подключены к главной линии и объединены в одну зону. Топология зоны показана на **рис. 3**. К главной линии также возможно подключение до 64 шинных устройств. Она должна иметь отдельный источник питания. Подключение линейных усилителей к зонным и главной линиям не допускается.

Несколько зон могут быть соединены между собой с помощью зонной линии, при этом каждая зона подключается к зонной линии через отдельный зонный соединитель. Зонная линия должна иметь собственный источник питания. К ней возможно подключение шинных устройств, максимальное их число сокращается с увеличением числа зонных соединителей. Зонная линия может соединять максимум 15 зон, объединяя, таким образом, в одну систему более 58000 шинных устройств.

Зонные и линейные соединители, а также линейные усилители — идентичные приборы. Задачи, которые они выполняют, определяются их местом в топологии сети, соответствующим этому месту физическим адресом и загруженной в прибор прикладной программой. Зонные и линейные соединители пропускают телеграммы только от устройств, принадлежащих строго к указанным линиям или зонам, линейные усилители пропускают все телеграммы.

Обмен информацией между отдельными шинными устройствами происходит путём отправления телеграмм. Оконечные нагрузочные резисторы для шины не требуются, и возможны её различные топологии. Скорость передачи — 9600 бит/с, среднее время отсылки и подтверждения приёма телеграммы — около 25 мс.

Информация по шине передаётся отдельными пакетами один за другим. В каждый момент времени передаётся только один пакет от одного конкретного шинного устройства. Из соображений надёжности для доступа к шине и обмена телеграммами применяется метод децентрализованного доступа CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/ Collision Avoidance). Одновременный и независимый доступ к шине нескольких шинных устройств может привести к конфликтам между ними. Однако метод CSMA/CA гарантирует сохранность информации и оптимальное использование шины.

Благодаря дополнительному механизму учёта приоритета телеграммы информация (например, сообщения о неисправностях) обрабатывается в соответствии с уровнем её приоритета. Обмен информацией в сети KNX событийно управляем. Телеграммы отправляются только в том случае, если происшедшее событие требует передачи информации.

Структура телеграммы KNX TP — базовая для других сред передачи. Поэтому она будет рассмотрена подробно.

Когда происходит некое событие (например, нажата кнопка), шинное устройство отправляет телеграмму. Передача начинается, если в течение интервала времени t_1 шина остаётся свободной. Как только телеграмма отправлена, устройство ждёт в течение интервала t_2 квитанцию получателя.

Устройство-получатель проверяет достоверность принятой информации с помощью контрольного байта и отправляет соответствующую квитанцию (**табл. 1**). Если получена квитанция NACK (информация принята с ошибками), то устройство-отправитель повторяет телеграмму до трёх раз. Если получена квитанция BUSY (шина занята), то устройство-отправитель перед повторением телеграммы выжидает некоторое время. Если устройство-отправитель не получает никакой квитанции, то телеграмма не повторяется. Квитанцию безошибочного приёма ACK все устройства, которым адресована данная телеграмма, передают одновременно и при этом передаются одинаковые посылки. Таким образом, при успешной передаче телеграммы конфликтов на шине не происходит.

Таблица 1

Квитанция	Разряд							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
BUSY	1	1	0	0	0	0	0	0
NACK	0	0	0	0	1	1	0	0
ACK	1	1	0	0	1	1	0	0

кационные отношения внутри системы.

Поле информации служит для передачи собственно информационного послания: команд, сообщений, значений параметров, результатов измерений и пр.

Структура контрольного поля показана на **рис. 5**. Если хотя бы одно из устройств, которым адресована телеграмма, приняло её с ошибкой и вернуло отрицательное подтверждение ("NACK"), то необходимо в разряд D5 контрольного поля повторно отправляемой телеграммы занести ноль. Благодаря этому признаку шинные устройства, получившие первичную телеграмму корректно, не станут исполнять команду повторно.

Приоритет учитывают, когда несколько устройств пытаются передать свои телеграммы одновременно. Приоритет каждого из них должен быть установлен заранее с помощью программного обеспечения ETS. По умолчанию у всех устройств он низший.

Адрес назначения определяет, какие устройства должны получить телеграмму и выполнить соответствующие действия. Обычно это групповой адрес, с помощью которого можно обратиться одновременно к любому числу шинных

Контрольное поле (8 разрядов)	Исходный адрес (16 разр.)	Адрес назначения (16+1 разр.)	Счётчик маршрутизации (3 разряда)	Длина инф. поля (4 разряда)	Инф. поле (максимум 16×8 разр.)	Контрольный байт (8 разрядов)

0	0	×	×	×	×	C	C	C	C	D	D		D

C — команда;
D —данные;
× — произвольное значение

0	0	0	0	Чтение значения
0	0	0	1	Обработка значения
0	0	1	0	Запись значения
1	0	1	0	Запись в память

Рис. 4

Структура телеграммы показана на **рис. 4**. Она состоит из блоков: служебного, информационного (в котором сообщается о событии, например, нажатии на кнопку) и контрольного, позволяющего обнаружить ошибки приёма. Передаваемые двоичные разряды, в зависимости от их информационного содержания, объединяются в поля.

Контрольное поле и контрольный байт необходимы для бесперебойного обмена телеграммами. Они обрабатываются шинными устройствами, которым адресованы. Адресные поля содержат исходный адрес (адрес отправителя телеграммы) и адрес назначения (адрес получателя).

Адрес источника сигнала всегда физический. Он указывает, к какой зоне и к какой линии относится посылающий телеграмму прибор. При проектировании системы индивидуальный физический адрес закрепляется за каждым шинным устройством.

Адрес назначения определяет участников сеанса связи. Получателем, которому отправляется телеграмма, может быть как отдельный прибор, так и группа приборов, подключённых к одной линии или распределённых по разным линиям. Один и тот же прибор может входить в разные коммуникационные группы и иметь несколько групповых адресов. Групповые адреса определяют коммуни-

Разряды контрольного поля							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	R	1	P1	P2	0	0

Статус телеграммы (R): Повторная — 0; Первичная — 1

P1	P2	Приоритет
0	0	Системный
1	0	Аварийный
0	1	Высокий
1	1	Низкий

Рис. 5

устройств. Групповые адреса могут быть назначены устройствам системы вне зависимости от их расположения и физических адресов. Исполнительным устройствам-получателям телеграмм может быть назначено несколько групповых адресов, но датчики могут отправлять телеграммы только по одному адресу.

В сложных системах используют, как правило, трёхуровневую систему групповой адресации — главная группа/ средняя группа/подгруппа. Чтобы отличить физический адрес от группового, используется дополнительный семнадцатый разряд поля адреса получателя. Если в нём записан 0, то адрес физический, им адресуется только одно шинное устройство, а если записана 1, то адрес групповой, одновременно адресуются все устройства с этим адресом.

Объекты связи, между которыми устанавливается коммутация, могут иметь размер от 1 бита до 14 байт в зависимости от функции, выполняемой этим объектом. Устройства могут быть связаны с

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

различным числом объектов. Например, у двухклавишного выключателя их будет минимум два размером в один бит каждый.

В телеграммах допускаются типы информации, перечисленные в **табл. 2**. Они были стандартизованы ассоциацией KNX, чтобы добиться совместимости одинаковых приборов (в частности, диммеров и таймеров) разных производителей. На интернет-сайте ассоциации **www.knx.org** можно найти полный перечень стандартизованных типов информации.

Таблица 2

Размер, дв. разрядов	Число состояний	Название в цифровой технике	Применение в KNX
1	2	Бит	Переключение
2	4	—	Приоритет
4	16	Тетрада	Диммирование
8	256	Байт	Целое число
16	65536	Слово	Число с плавающей запятой
32	4294967296	Двойное слово	Счётчик

Среда передачи информации — электросеть

В качестве среды передачи информации в системе KNX может использоваться также электросеть 230 В. Прокладка дополнительных линий связи (витых пар) в этом случае не требуется. Все приборы, использующие технологию KNX PL, нуждаются лишь в подключении к фазному и нулевому проводам электросети. Применение KNX PL возможно как при модернизации старых систем, так и при установке новых.

Технология KNX PL соответствует существующим в этой области европейским нормам, в частности, стандартам DIN EN 50065 "Сигнализация на низковольтных электрических установках в диапазоне частот от 3 до 148,5 кГц" и DIN EN 50090 "Системы электронные бытовые и для зданий". Использование электросети 230 В часто бывает решением проблемы в тех случаях, когда по каким-либо причинам проложить отдельную линию связи невозможно.

KNX PL, как и KNX TP, предусматривает иерархическое деление системы на линии и зоны. Топология системы аналогична представленной выше на рис. 2. Самое малое её звено — линия. К ней может быть подключено до 255 шинных устройств. Специальных блоков питания не требуется, так как все шинные устройства питаются от электросети 230 В напрямую.

Замена линейных соединителей, применяемых для витой пары, на системные соединители позволяет преобразовать линии витой пары в линии KNX PL. Системные соединители связаны друг с другом через главную или зонную линию (витая пара). Отличие от сети на базе только витой пары состоит лишь в среде передачи данных.

Максимум 15 линий KNX PL с 255 шинными устройствами в каждой могут быть объединены через главную линию в одну зону. Физическое разделение между отдельными зонами выполняется с помощью заграждающих полосовых фильтров.

Поскольку электросеть 230 В исходно не предназначена для передачи информации, систему KNX PL приходится приспосабливать к параметрам уже имеющейся электропроводки. Характеристики этой проводки, важные для передачи информации, её импеданс и характерные помехи по большей части ещё не изучены. Техника передачи информации на базе технологии KNX PL обеспечивает наибольшую надёжность передачи информации в этих условиях. Система работает двунаправленно в полудуплексном режиме. Отправлять и принимать телеграммы может каждый прибор.

Для передачи информации в существующую электросеть (230 В, 50 Гц) вводят высокочастотные сигналы, используя частоты в соответствии с нормами EN 50065. Это 105,6 кГц (логическая 1) и 115,2 кГц (логический 0). Такой способ передачи называют SFSK (Spread Frequency Shift Keying: — расширенная частотная манипуляция). Максимальный уровень сигнала — 116 дБ относительно пиковольта. Скорость передачи достигает приблизительно 1200 бит/с, передача телеграммы длится около 130 мс. Это гарантирует высокую надёжность системы при типичных характеристиках электросети.

Благодаря корреляционному методу сравнения и интеллектуальной коррекции искажённый помехами сигнал может быть восстановлен. Если телеграмма принята без каких-либо проблем, принимающее устройство отвечает на неё положительной квитанцией. С этого момента процесс отправки телеграммы считается завершённым. Если передатчик не получает ответа, процесс повторяется.

В KNX PL применяется метод децентрализованного доступа к среде передачи информации CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection). Прежде чем какое-либо устройство начнёт отправлять телеграмму, оно проверяет, не отправляет ли в этот момент свою телеграмму другое. Если два устройства отправляют телеграммы одновременно, система распознаёт конфликт и процессы передачи телеграмм обоими устройствами прекращаются. Имеющиеся в них генераторы случайных интервалов времени обеспечивают отправление повторных телеграмм в разное время во избежание новых конфликтов.

Для предотвращения нежелательного взаимовлияния близко расположенных разных систем KNX PL используется системный идентификатор (ID), который может принимать значения от 1 до 255. Между собой общаются только приборы, имеющие одинаковые ID. Системный идентификатор играет важную роль и при построении крупных систем KNX PL. Если в системе имеется более одного системного соединителя, то неизбежно существуют несколько зон. Каждая из них получает свой ID.

Структура телеграммы KNX PL представлена на **рис. 6**. Поле проверки служит в ней для синхронизации передатчика и приёмника. Здесь передаётся строго определённая последовательность 0101. Вводные поля 1 и 2 представляют собой стартовый сигнал для принимающего устройства, сообщающий о начале телеграммы. Содержание обоих вводных полей одинаково — 10110000.

Рис. 6

Среда передачи информации — радиоканал

Приборы системы KNX с радиоканалом в качестве среды передачи не образуют какой-либо иерархической структуры. Они могут устанавливаться в любых местах. Любой датчик может сообщаться с любым исполнительным устройством, находящимся в пределах дальности действия радиоканала.

Но дальность действия радиоканала строго ограничить невозможно. Поэтому KNX-радиотелеграммы могут быть получены даже приборами соседней KNX-радиосистемы. Чтобы избежать возникающего при этом взаимного влияния, каждый радиопередатчик KNX отсылает в составе телеграммы свой серийный номер. На телеграммы этого передатчика реагируют лишь те принимающие устройства, которым разрешена связь с устройством, имеющим его серийный номер.

Существуют и естественные ограничения дальности действия радиоканалов в зданиях, обусловленные наличием стен, потолков, мебели и других поглощающих и отражающих радиоволны объектов. Дальность действия может быть увеличена за счёт активных и пассивных ретрансляторов, благодаря которым радиосигналы могут распространяться даже через несколько этажей.

Система KNX может использовать для передачи информации как исключительно радиоканал, так и комбинацию различных коммуникационных сред: радиоканал, витую пару, электросеть. Для их объединения существуют соеди-

нители сред, позволяющие передавать информацию и команды устройств одной коммуникационной среды устройствам другой среды.

Частота связи в KNX RF лежит в полосе частот ISM (Industrial, Scientifc, Medical). Диапазоны частот для различных применений в пределах этой полосы строго определены. Максимальная излучаемая мощность — приблизительно 12 мВт. Радиосигнал каждого прибора должен занимать в эфире в среднем не более 1 % времени его работы (например, не более 0,6 с в минуту). Строго регламентированная продолжительность непрерывной работы на передачу позволяет избежать длительных взаимных помех, блокирующих радиоканал.

В KNX RF применяется частотная манипуляция сигналов FSK (Frequency Shift Keying). При этом логические ноль и единица обозначаются сравнительно небольшими отклонениями несущей частоты от среднего значения. В KNX RF средняя несущая частота — 868,30 МГц. Скорость передачи — 16384 бит/с с использованием манчестерского кодирования. При таком кодировании дополнительные перепады логического уровня 0—1 и наоборот обязательно происходят в середине интервала передачи каждого бита информации. Благодаря этому передающее и принимающее устройства могут быть легко синхронизированы.

Серийный номер позволяет однозначно опознать прибор. Его записывают в устройство при изготовлении и в дальнейшем не изменяют. Этот номер передают в каждой телеграмме. В приёмные устройства допустимые для них серийные номера передатчиков заносят при вводе этих устройств в эксплуатацию. Серийный номер служит не только для адресации шинных устройств, но и для разграничения соседних KNX-радиосистем.

Во втором информационном блоке, структура которого показана на **рис. 9**, наряду со стартовым и стоповым разрядами находятся также индивидуальный исходный адрес, адрес назначения и собственно сообщение. Индивидуальный адрес источника сигнала — это его физический адрес. Он используется только вышестоящими контроллерами или соединителями при программировании этих приборов и автоматически сообщается им при вводе в эксплуатацию.

В зависимости от типа доступа к устройствам, получающим сообщение, адрес назначения имеет разные функции. При физическом доступе, т. е. при программировании, адрес назначения служит индивидуальным исходным адресом устройства. В нормальном режиме (например, при передаче команды переключения) адрес назначения содержит номер запрашиваемого коммуникационного объекта в устройстве.

Телеграмма								
Синхр.	Инф. блок 1	Защита	Инф. блок 2	Защита	...	Инф. блок N	Защита	Синхр.

Рис. 7

Информационный блок 1	
Контрольное поле	Серийный номер

Рис. 8

Информационный блок 2			
Контр.	Индивидуальный исходный адрес	Адрес назначения	Информация

Рис. 9

KNXnet/IP				
Длина заголовка	Версия протокола	ID сервиса	Общая длина	Информация

Рис. 10

Однонаправленные устройства посылают телеграмму сразу, как только в этом возникает необходимость. Благодаря ограничению средней длительности передачи конфликты в эфире практически исключены. Двунаправленные устройства перед отправкой телеграммы проверяют, свободен ли радиоканал. Если он занят, устройство откладывает отсылку телеграммы до освобождения канала.

KNX-радиотелеграмма состоит из нескольких информационных блоков, как показано на **рис. 7**, разделяемых полями защиты информации. В информационный блок входят непосредственно само сообщение (например, команда включения устройства или регулирования освещения) и специфическая информация, служащая для адресации.

Поля в начале и в конце телеграммы служат для синхронизации приёмника с передатчиком.

Первый информационный блок состоит из контрольного поля (4 байта), серийного номера KNX устройства (6 байтов) и поля защиты информации (2 байта). Структура блока показана на **рис. 8**. Контрольное поле имеет фиксированное значение 01000100.

Сообщение содержит такую информацию, как, например, команды, оповещения, параметры настройки, измеренные значения. В одной KNX-радиотелеграмме могут передаваться и другие информационные блоки.

Среда передачи информации — Ethernet

IP-сеть и доступ к Интернету уже давно стали стандартом в современных зданиях. В крупных системах KNX IP-сеть используется также для пересылки телеграмм KNX в рамках сети KNX (так называемое решение "Fast Backbone"). Этот процесс также называют KNXnet/IP-маршрутизацией.

Через этот интерфейс система KNX может соединяться с Интернетом не напрямую. Для этого следует зарегистрироваться на сайте промежуточного провайдера и после ввода пароля запустить установление связи с выбранной системой KNX. Как только между системой KNX и провайдером установлена связь, с помощью стандартного браузера можно получать информацию от системы и осуществлять управление ею. Этим обеспечивается экономный доступ к системе KNX без постоянного IP-адреса и постоянного подключения к Интернету. Как правило, достаточно использовать контроллеры с пропускной способностью 10 Мбит/с.

Системное программное обеспечение KNX IP-устройств основано на использовании двух стековых протоколов. Для передачи информации через Ethernet необходим IP-стек с поддержкой протокола UDP (User Datagram Protocol), поскольку технология KNXnet/IP основана на передаче информации без организации соединения. С использованием протокола UDP происходят одноадресная и многоадресная передачи пакетов. KNX-стек действует поверх IP/UDP-стека. Это так называемое общее ядро KNX, которое должно быть реализовано в каждой модели устройств. KNX-стек использует IP/UDP-стек в качестве интерфейса для связи с системой. Преобразование KNX-пакетов в UDP-пакеты выполняется по протоколу KNXnet/IP. KNX-приложение использует доступ к API (Application Programming Interface) KNX-стека для взаимодействия со всей системой в целом.

Для многоадресной передачи как адрес назначения должен использоваться MAC-адрес, лежащий в интервале от 01-00-5E-00-00-00 до 01-00-5E-7F-FF-FF (всегда начинающийся с 01-00-5E). В протоколе IPv4 IP-адреса для многоадресной рассылки лежат в интервале от 224.0.0.0 до 239.255.255. В KNXnet/IP-системе для этих целей зарезервирован IP-адрес 224.0.23.12.

KNXnet/IP-телеграмма (**рис. 10**) базируется на TP-телеграмме, но содержит некоторые дополнительные поля.

Длина заголовка (1 байт) всегда одна и та же. Но в последующих версиях протокола этот параметр может измениться.

Версия протокола (1 байт) показывает текущую версию KNXnet/IP-протокола. В настоящее время это версия — 1.0. Значение поля — 10H.

Идентификатор сервиса (2 байта) указывает, какие действия должны быть выполнены. В **табл. 3** показаны выделенные интервалы идентификаторов и соответствующие им сервисы.

Туннелирование — один из основных способов взаимодействия в системе KNX. По сути, это организация соединения точка—точка (unicast) от одного внешнего устройства к системе KNX. что позволяет видеть весь трафик и общаться непосредственно с отдельным устройством. Туннелирование часто используют для общения с KNX внешних систем, что необходимо для передачи телеграмм при непосредственном соединении через IP-сеть с конкретным KNX-устройством. Оно позволяет вести обмен информацией между внешним устройством с конкретным IP-адресом

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

и устройством с конкретным физическим адресом в KNX-системе. Такая возможность применяется для дистанционного программирования устройств, обмена информацией, организации сервисов.

Важно обратить внимание на то, что подобное соединение можно организовать и внутри стандартного туннельного IP-канала. Например, можно создать защищённое SSH-соединение между терминалом и KNX-роутером.

Общая длина кадра KNXnet/IP (2 байта) указывается в байтах. При её определении учитываются и байты предыдущих полей. Если передаваемых байтов больше, чем 252, первый байт поля длины имеет значение 0FFH (255), а второй содержит дополнительную информацию о длине.

Таблица 3

Интервал идентификаторов, HEX	Тип сервиса KNXnet/IP
0200—020F	Ядро
0310—31F	Управление устройствами
0420—042F	Туннелирование
0530—053F	Маршрутизатор
0600—06FF	Дистанционная регистрация
0740—07FF	Дистанционное конфигурирование и диагностика
0800—08FF	Объектный сервер

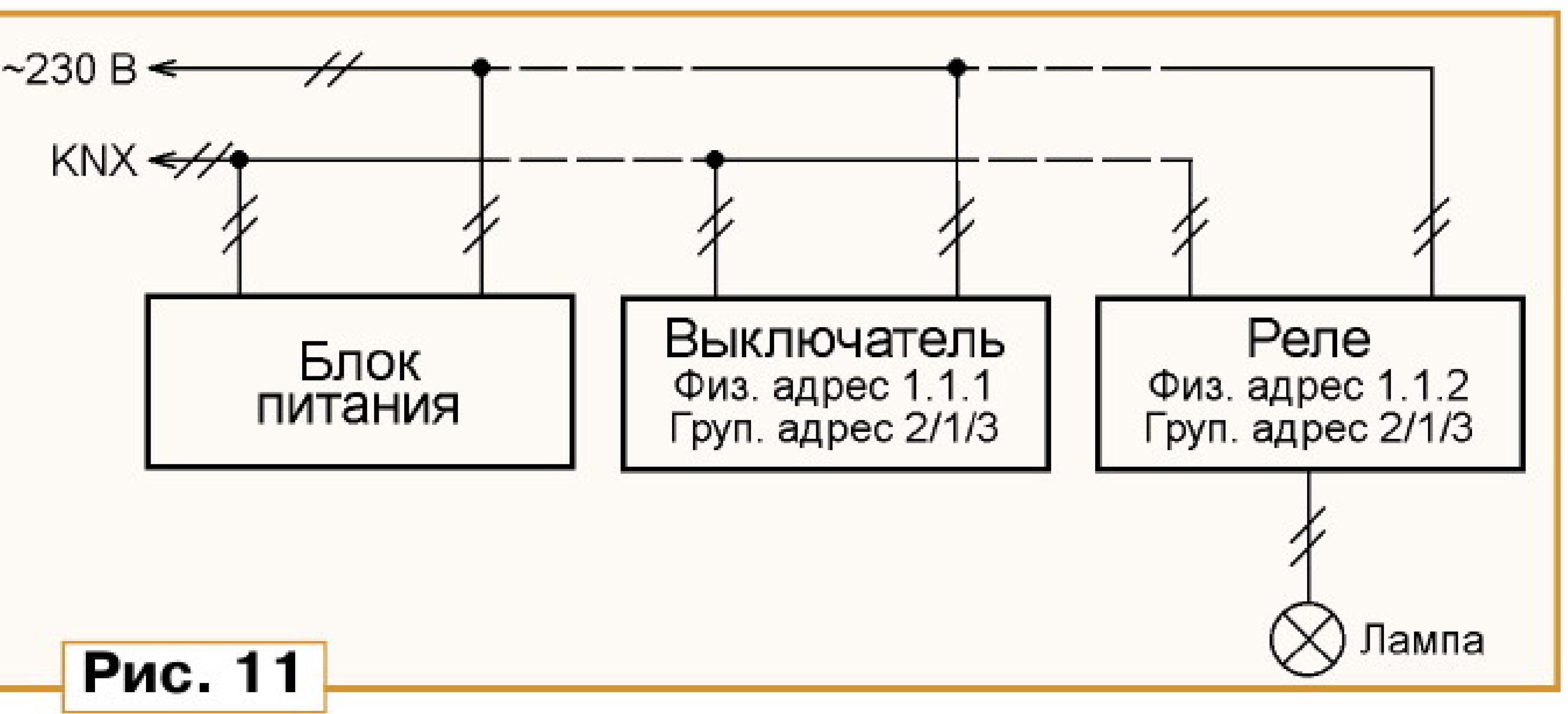


Рис. 11

Тело кадра KNXnet/IP описывает полезную информацию. Кадр состоит из заголовка, который включает в себя код сообщения (1 байт) и длину кадра (1 байт). Далее идёт так называемый cEMI-кадр, который в основном повторяет структуру TP-телеграммы. Контрольная сумма не используется, так как обнаружение ошибок при IP-коммуникации происходит в рамках IP-протокола. Кроме того, введено второе контрольное поле (1 байт), следующее за контрольным полем TP. Во втором контрольном поле содержатся тип адреса назначения (1 разряд) и счётчик маршрутизации (3 разряда). Последние 4 разряда — так называемый расширенный формат кадра (Extended Frame Format, EFF). Он принимает значения 0000 для обычных кадров и 01хх для LTE (Logical Tag Extended — расширенный логический тэг) кадров. LTE — расширение стандарта KNX. Его применяют для систем отопления, вентиляции и кондиционирования. Для устройств в LTE-режиме должны быть назначены зоны (информация о местоположении, например, комната, этаж). Фактически зона — это структурированная информация, которая используется в качестве адреса назначения в телеграмме. LTE-телеграммы не могут быть приняты другими KNX-устройствами, за исключением тех, которые настроены специальным образом.

На практике мне не приходилось встречать широкого применения режима LTE, за исключением устройств фирмы Siemens. Они конфигурируют специальным инженерным программным обеспечением.

Безопасность протокола — один из ключевых вопросов. Поэтому необходимо хотя бы минимально обеспечить безопасность служб. В KNX безопасность рассматривается лишь частично. Мощных средств её обеспечения не предусмотрено, но есть возможность установить ключ на доступ к устройству (а именно, к его настройкам).

Однако эти ключи передаются в открытом виде. Очевидно, что перехват таких телеграмм открывает возможность несанкционированного доступа к устройству. Чтобы избежать его, необходимо включить в программное обеспечение алгоритм шифрования сообщений.

В KNX предусмотрены службы идентификации A_SetKey и A_Authorize. Подробно о них можно прочитать в официальной документации. Обе службы работают в режиме коммуникации без установления соединения. В стандарте предусмотрено, что каждое из устройств может иметь 255 различных кодов, сопоставленных с 255 различными уровнями (приоритетами) доступа. Каждый код состоит из четырёх байтов. Эти коды записываются в каждое устройство заранее.

С помощью службы A_SetKey можно повторно выбрать уровень доступа, причём новый уровень доступа не может быть выше старого. Работает она так:

— на стороне отправителя формируется и передаётся получателю запрос A_SetKey.req;

— на стороне получателя генерируется и отправляется извещение A_SetKey.ind;

— после этого определяется, верен ли код и можно ли установить новый уровень доступа;

— в случае успешной проверки обратно отправляется телеграмма с новым уровнем доступа A_SetKey.res;

— приём A_SetKey.res подтверждается отправкой сообщения A_SetKey.con;

— если получатель не установил новый уровень доступа, он возвращает в качестве значения уровня число 255.

При необходимости выяснить у устройства, верен ли код и какой уровень доступа он обеспечивает, используется служба A_Authorize. Она также состоит из запроса, ответа и подтверждения, как было описано выше.

Удалённое приложение может установить права для отправителя на чтение и запись информации в память. На основе этого можно реализовать другие службы, представляющие интерес для управления сетью.

Хочу упомянуть, что есть ещё один адаптированный под использование в KNX-системе протокол аутентификации — EIBsec. Он предназначен для установления сеанса обмена и базируется на защищённом варианте протокола Нидхема-Шрёдера — протокола для обмена ключами и аутентификации. Суть его в том, что в системе предусматривается дополнительное устройство, занимающееся генерацией и распределением сеансовых ключей. Эти ключи передаются остальным устройствам в зашифрованном виде. Подробнее с этим протоколом можно ознакомиться в [2].

Пример применения

Рассмотрим пример системы, представленный на **рис. 11**. Здесь датчик (выключатель) имеет физический адрес 1.1.1 и групповой адрес 2/1/3, а исполнительное устройство (реле) имеет физический адрес 1.1.2 и такой же, как у датчика, групповой адрес 2/1/3.

При нажатии на кнопку выключателя в линию связи посылается телеграмма, которая содержит некоторую служебную информацию, определяемую протоколом, и сведения о произошедшем событии (в данном случае это нажатие на кнопку) вместе с командой, как эти сведения использовать. Телеграмма направляется от устройства 1.1.1 по групповому адресу 2/1/3.

Все устройства, подключённые к сети, получают эту телеграмму, но лишь те из них, которые имеют групповой адрес 2/1/3, обрабатывают её, проверяют правильность приёма, отсылают телеграмму подтверждения и выполняют команду. В рассматриваемом случае замкнутся контакты реле и включится лампа.

Для выключения лампы датчик-выключатель посылает другую команду, всё повторяется, в результате реле размыкает контакты. Если исполнительное устройство занято или телеграмма принята с ошибкой, в ответ на неё устройство, посылавшее команду, получит информацию об этом. Через некоторое время телеграмма будет повторена и устройства, которые не смогли её принять и выполнить команду, получат второй шанс.

Отмечу, что все адреса и программы сохраняются в энергонезависимой памяти устройств KNX, поэтому их достаточно запрограммировать только один раз, причём не обязательно на объекте.

Заключение

В этой обзорной статье кратко рассмотрен стандарт KNX. Конечно, были рассмотрены далеко не все его возможности, поскольку тема очень обширна. Я постарался дать основные сведения и технические аспекты этой технологии. Надеюсь, тема статьи вызовет интерес. Более подробно с ней можно ознакомиться по документации, кото-

рая имеется в открытом доступе на сайте KNX-ассоциации **www.knx.org**. Много полезной информации можно найти и на сайте автоматизации зданий **http://www.autobuilding.ru/articles.html**, а также на сайте Российской национальной ассоциации Konnex <**www.konnex-russia.ru**>.

Лучше всего пользоваться оригинальной англоязычной документацией. Переводы нередко содержат неточности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по системной технике для автоматизации зданий и домов. 5-е изд., переработанное. — Центральный Союз немецких электротехников и IT-технологов (ZVEH), 2006.

2. **Granzer, Kastner, Neugschwandtner**. EIBsec: A Security Extension to KNX.— URL: **http://www.knx.org/media/docs/downloads/KNX-Partners/03%20-%20Becoming%20a%20KNX%20Scientific%20Partner/2006-11%20Scientific%20Conference%20Papers%20Vienna/05_granzer-eibsec_security-knxsci06-website.pdf** (05.02.2015).

Приспособление для пропитки трансформаторов

Е. ГЕРАСИМОВ, ст. Выселки Краснодарского края

К числу радиодеталей и узлов, которые радиолюбителю нередко приходится изготавливать самостоятельно, относятся трансформаторы. Для повышения стойкости к воздействию окружающей среды рекомендуется пропитывать их компаундами или лаками. Помимо защиты от влаги и пыли, такая обработка скрепляет витки обмоток и устраняет шумы трансформатора. Для пропитки хорошего качества недостаточно просто опустить трансформатор в лак, поскольку из-за своей вязкости он проникает лишь на сравнительно небольшую глубину и заполняет далеко не все пустоты. Промазывание каждого слоя обмотки лаком также не всегда даёт нужный результат.

Для улучшения качества пропитки трансформатора применяют так называемую вакуумную пропитку. В общих чертах она выглядит следующим образом: в ёмкость с лаком погружают трансформатор и герметично её закрывают. Затем из неё откачивают воздух, при этом он выходит из пустот и в виде пузырьков поднимается на поверхность лака. Через некоторое время в ёмкость впускают воздух, и под действием атмосферного давления все пустоты заполняются лаком.

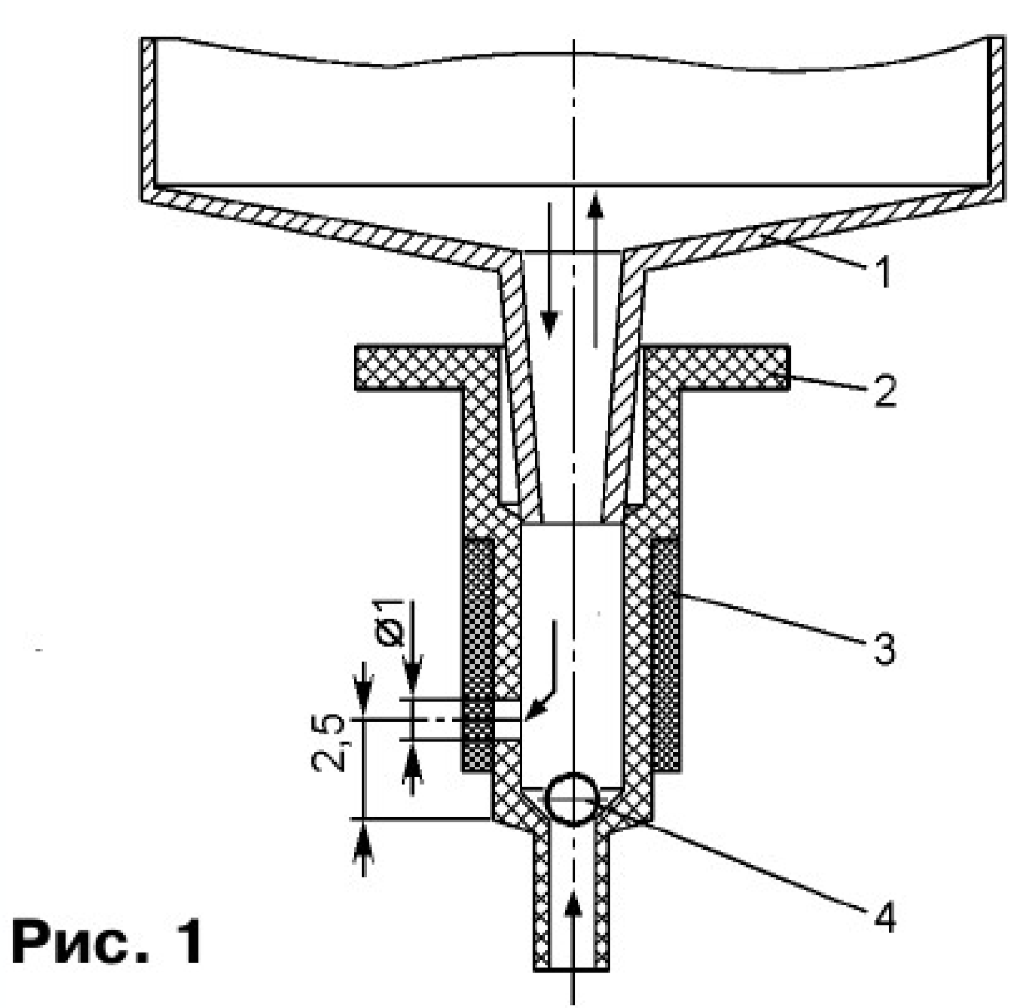


Рис. 1

Осуществить вакуумную пропитку в любительских условиях затрудняет отсутствие необходимого оборудования, в основном вакуумного (создающего разрежение) насоса. Как показывает мой опыт, в любительских условиях достаточно хорошие результаты даёт применение приспособления, представленного ниже. Его изготовление не составит большого труда, а все необходимые для этого материалы недороги и недефицитны. Конечно, пропитка с его помощью не сравнится с заводской на специализированном оборудовании, но всё же она гораздо лучше, чем просто погружение в лак. Этим приспособлением я пользуюсь уже не первый год, и качество пропитки меня вполне устраивает.

Итак, сначала подбираем герметично закрывающуюся банку с металлической крышкой (расстояние от её дна до крышки должно быть примерно на 20...25 мм больше высоты трансформатора). В аптеке нужно купить одноразовый шприц объёмом 20 см^3 с резиновым поршнем (в принципе, подойдёт и с пластмассовым, но его ресурс работы и степень создаваемого разрежения гораздо ниже). Также понадобятся пульверизатор от использованного флакона с одеколоном и капельница (тоже свободно продаётся в аптеке). Остальные материалы — небольшой отрезок медной или латунной трубки для штуцера и отрезок мягкого кембрика, думаю, у радиолюбителя найдутся. Кембрик лучше всего взять тонкостенный силиконовый диаметром 5...6 мм. В крайнем случае можно использовать полоску тонкой мягкой резины, например, от медицинского резинового бинта.


Рис. 2

В аптеках иногда бывают в продаже шприцы объёмом 150 см^3, и если есть возможность, лучше использовать такой шприц. С его помощью можно добиться большей степени разрежения, правда, изготовить для него систему клапанов сложнее и стоит он дороже.

Сначала в крышке банки проделываем круглое отверстие и впаиваем в него штуцер. Качество пайки должно быть высоким, раковины и трещины недопустимы. На штуцер надеваем отрезок трубки от капельницы длиной 250...300 мм. Далее изготавливаем клапаны для насоса. От пульверизатора используем только деталь 2 (**рис. 1**) и стальной (иногда стеклянный) шарик 4. В детали 2 сверлим радиальное отверстие диаметром 0,8...1 мм и надеваем на неё кольцо из кембрика 3. Далее вкладываем шарик 4 и надеваем полученную систему клапанов на штуцер шприца 1 (надеть трубку напрямую на деталь 2, теперь уже являющуюся штуцером насоса, скорее всего, не удастся, поэтому из подходящих кусочков кембриков придётся изготовить переходник).

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Проверяем весь комплект (**рис. 2**) в работе. Признаком нормальной работы насоса (направления перемещения воздуха показаны стрелками) является вдавливание крышки банки. Определить максимальное разрежение можно по сплющиванию трубки (разумеется, если клапаны изготовлены тщательно и использована трубка от капельницы). Недостатком такого насоса является то, что его необходимо держать вертикально штуцером вниз, иначе шарик может закрывать входное отверстие шприца. Для увеличения срока службы целесообразно слегка смазать поршень шприца машинным маслом или литолом.

Перед пропиткой нужно убедиться, что лак не растворяет изоляцию провода и обмоток и обладает невысокой вязкостью. Слишком густой лак непригоден. Для пропитки трансформатор помещают на дно банки и наполняют её лаком с таким расчётом, чтобы толщина его слоя над трансформатором стала не менее 5 мм. Далее закрывают банку крышкой и откачивают воздух. При этом из трансформатора начинают выделяться пузырьки воздуха. Признаком достаточного разрежения служит прекращение выделения пузырьков. Затем трубку перегибают, фиксируют бельевой прищепкой и оставляют в таком состоянии до тех пор, пока все пузырьки не всплывут на поверхность лака. Иногда они с трудом отрываются от трансформатора вследствие вязкости лака, в этом случае банку необходимо слегка покачать. Оставлять пузырьки на поверхности трансформатора недопустимо, поскольку при разгерметизации банки они могут "уйти" обратно в трансформатор. Через 3...5 мин прищепку убирают, трубку разгибают и в банку постепенно впускают воздух. В заключение трансформатор извлекают из банки и, дав стечь излишкам лака, сушат его любым способом.

В том, что качество пропитки с описанным приспособлением выше, чем без него, поможет убедиться простой опыт: опустив в банку с лаком трансформатор, дожидаются прекращения выделения пузырьков. Затем, когда трансформатор уже, казалось бы, пропитался полностью, начинают откачивать воздух. Количество вновь появляющихся пузырьков свидетельствует о наличии пустот, в которые лак при обычной пропитке не проник бы. Особенно много таких пустот в маломощных низкочастотных трансформаторах, содержащих, как правило, большое число витков.

Следует отметить, что если планируется пропитка трансформатора, в качестве межслойной и межобмоточной изоляции следует использовать конденсаторную или даже тонкую обёрточную бумагу, главное, чтобы она хорошо впитывала лак. С этой точки зрения применение скотча, лент из ПВХ или фторопласта, а также лакотканей нежелательно, поскольку они растягиваются, не пропускают воздух и не впитывают лак.

При заполнении банки лаком следует учесть, что расстояние между поверхностью лака и крышкой должно быть не менее 15 мм, поскольку при большом количестве пустот возможно вспенивание лака (оно также наблюдается из-за понижения температуры кипения его жидких компонентов вследствие разрежения воздуха).

В заключение отмечу, что поскольку приобрести в магазинах электротехнические лаки сложно (в основном продают мебельные), можно использовать лаки ПФ-157 и ПФ-170, а также (с некоторым ухудшением качества пропитки) бесцветный ХВ-784.

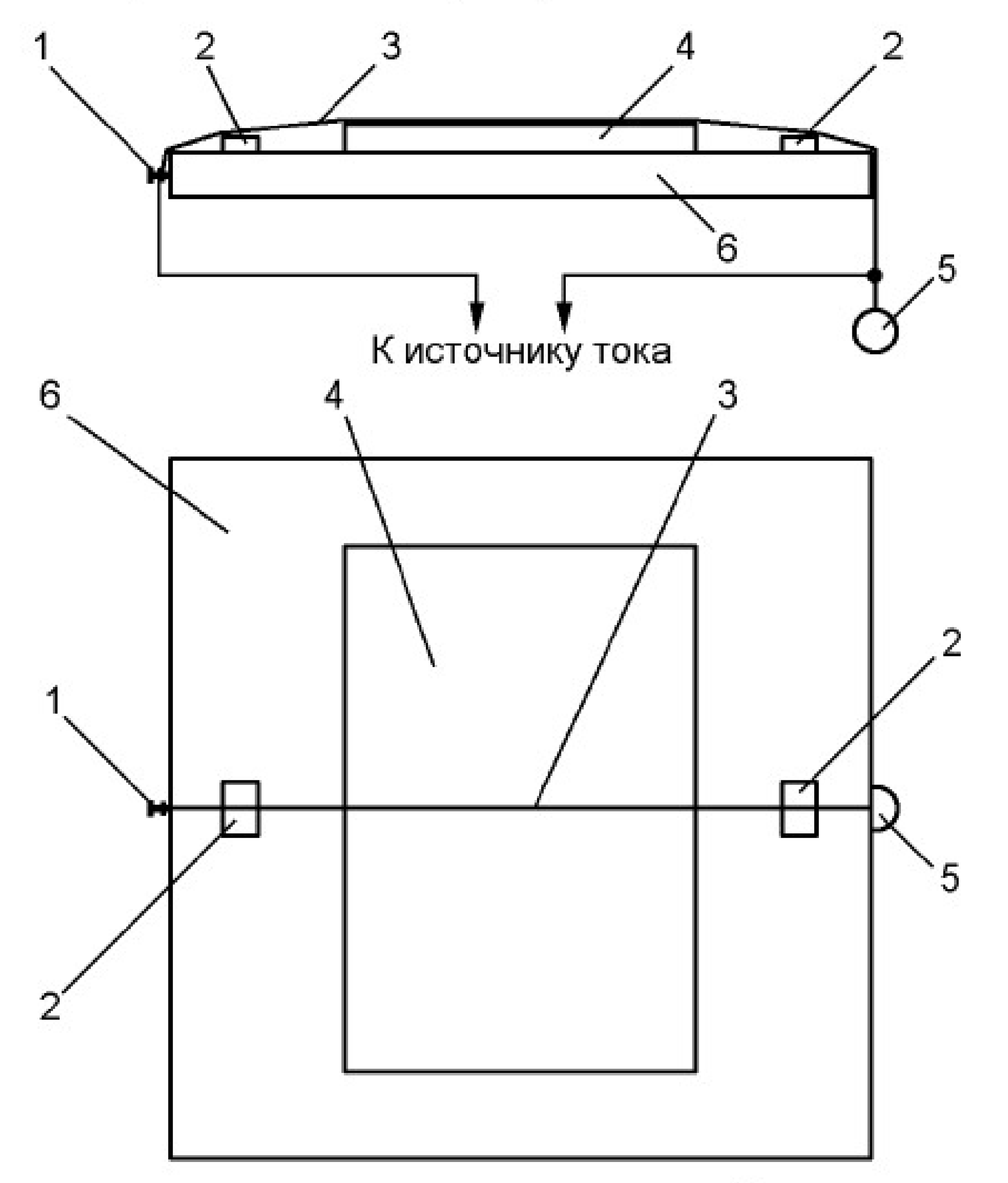
Гибка листовых термопластичных материалов

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

В заметке **Е. Сальникова** "Изгибание листовых термопластичных материалов" ("Радио", 1979, № 6, с. 45) предложено для размягчения пластика в месте изгиба прогревать его наложенными с обеих сторон листа полосками фольги при пропускании через них электрического тока. Недостаток этого способа — относительно большая ширина прогреваемой зоны, в связи с чем произвести гибку материала точно по намеченной линии практически очень трудно.

Я разработал способ изгибания листовых термопластичных материалов, который применяю много лет с неизменно отличным результатом. Суть способа поясняет **рисунок**. В торец панели 6 из ДСП, на которой размещаю подлежащую сгибанию заготовку 4, забиваю гвоздь 1, к которому привязываю один конец проволоки 3. К её второму концу прикрепляю свободно свисающий груз 5. По обе стороны от заготовки размещаю упоры 2. При толщине заготовки 1...1,5 мм их высота должна быть около 0,8 мм, при большей толщине — примерно равна её половине.

Заготовку 4 размещаю на панели 6 таким образом, чтобы риска, нанесённая на заготовку в месте изгиба, совпала с натянутой проволокой 3, после чего её противоположные концы подключаю к регулируемому источнику питания. Под действием электрического тока проволока нагревается и вплавляется в тело заготовки. Образующуюся слабину из-за удлинения проволоки под тепловым воздействием выбирает свободно свисающий груз 5. Глубина погружения проволоки ограничена высотой упоров 2, изготовленных из металлических пластин соответствующей толщины (в качестве упоров можно также



использовать хвостовики свёрл соответствующего диаметра). Выждав некоторое время, необходимое для прогрева материала в месте изгиба (определяется экспериментально), сгибаю заготовку на необходимый угол. Делаю это плавно, не торопясь, помня, что нагрев в месте изгиба продолжается, применяю при необходимости шаблон.

Завершив гибку, отключаю источник питания, и после остывания заготовки обрезаю проволоку заподлицо с кромками листа. В этом суть способа — нагревательный элемент остаётся внутри заготовки. Даже в прозрачных бесцветных материалах тонкая проволока, находящаяся в месте изгиба листа, практически незаметна.

Диаметр проволоки выбираю исходя из толщины заготовки — чем она толще, тем больше может быть диаметр проволоки. Наилучший материал для неё — нихром, но она может быть и стальной.

Применив упоры соответствующей высоты, это приспособление можно использовать для резки пенопласта на пластины необходимой толщины.

РАДИО® РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 6, 2015

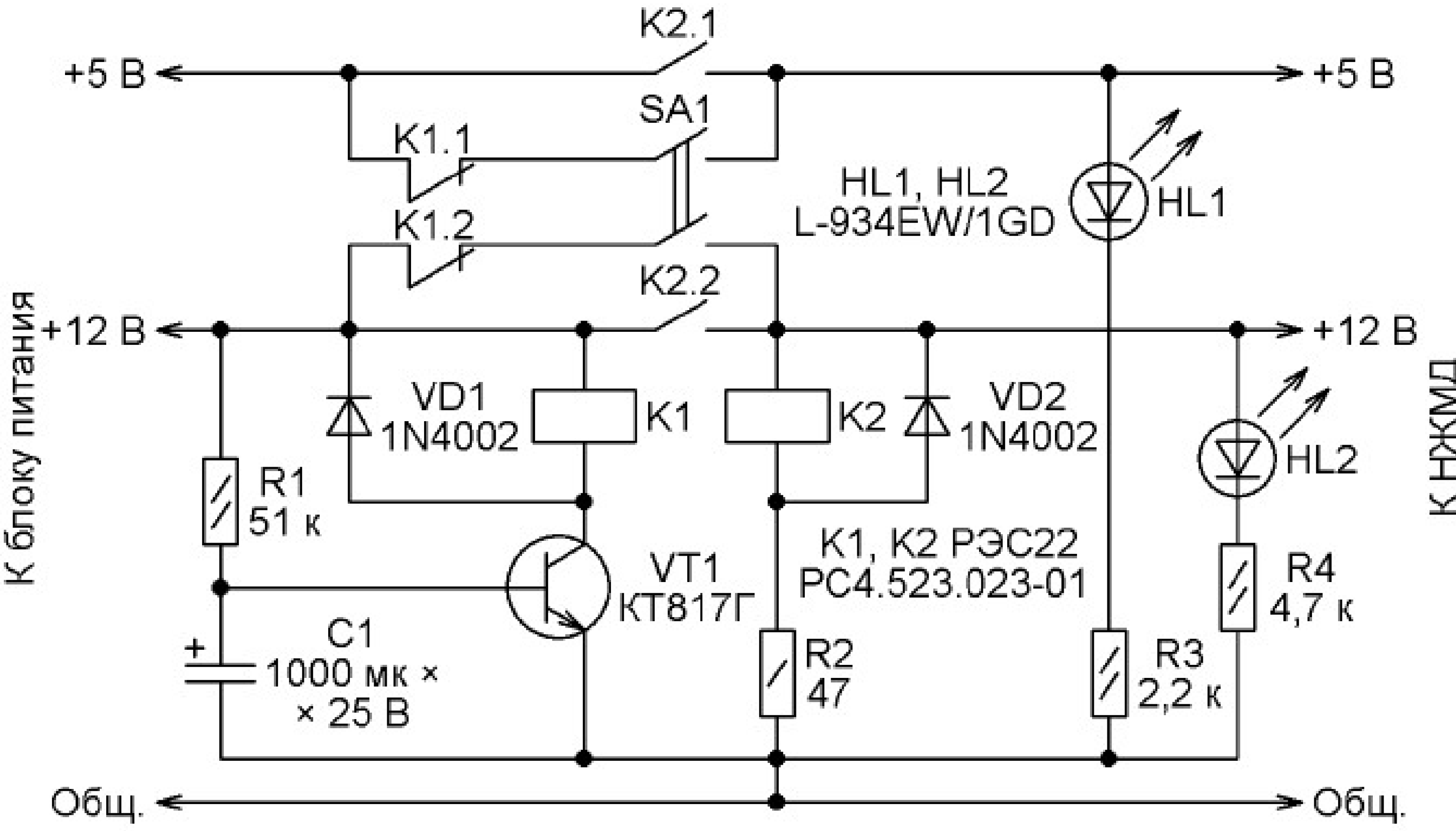
ОБМЕН ОПЫТОМ

Выключатель дополнительного внутреннего НЖМД

А. КУЗНЕЦОВ, пос. Малошуйка Архангельской обл.

Во многих компьютерах бывает установлен дополнительный НЖМД. Он обычно не содержит операционной системы и предназначается для хранения различных редко используемых, например, архивных файлов. Тем не менее этот накопитель постоянно включён и бесполезно работает вхолостую, потребляя электроэнергию и расходуя свой ресурс. Блокировка его в "Диспетчере устройств" и в BIOS компьютера не отключает НЖМД полностью, лишь блокируя обращения к нему и оставляя питание включённым. Вариант отключения дополнительного НЖМД физическим отсоединением разъёма питания крайне неудобен, к тому же возникает опасность поломки разъёма.

Наиболее удобно включать и выключать внутренний НЖМД с помощью сдвоенного выключателя, разрывающего цепи его питания +5 В и +12 В и выведенного на переднюю панель компьютера. Недостаток такого способа — вероятность случайного переключения во время работы компьютера. Оно может привести к утере информации, выходу жёсткого диска из строя или к сбою в работе компьютера.



При подаче на НЖМД питающих напряжений по схеме, показанной на **рисунке**, возможность его включения или выключения выключателем SA1 во время работы компьютера заблокирована. Блокировка не действует только короткое время после начала работы блока питания компьютера, что позволяет, заранее установив выключатель SA1 в нужное положение, запустить компьютер с действующим или с полностью выключенным дополнительным НЖМД.

Светодиоды HL1 и HL2 предназначены для контроля подачи на дополнительный НЖМД напряжений +5 В,+12 В. Они выведены на переднюю панель системного блока компьютером вместе с выключателем SA1.

Если компьютер включается при замкнутом выключателе SA1, то с появлением на выходе блока питания напряжения +12 В срабатывает реле K2. Своими замкнувшимися контактами оно обеспечивает дальнейшую подачу питания на НЖМД, даже если выключатель SA1 вскоре будет разомкнут либо сработает реле K1. Цепь R1C1 и электронный ключ на транзисторе VT1 обеспечивают задержку срабатывания реле K1 на время, достаточное для надёжного срабатывания реле K2.

Когда компьютер включают при разомкнутом выключателе SA1, реле K2 не срабатывает и НЖМД остаётся выключенным. А по истечении задержки срабатывания реле K1 (около 3 с при указанных на схеме номиналах

конденсатора C1 и резистора R1) его контакты K1.1 и K1.2 разорвут цепи, в которых установлен выключатель SA1. После этого и до самого выключения компьютера ни случайный, ни преднамеренный перевод выключателя SA1 в положение "включено" уже не приведёт к подаче питания на НЖМД.

Резистор R2 ограничивает ток через обмотку реле K2. Диоды VD1 и VD2 подавляют выбросы напряжения самоиндукции на обмотках реле. Резисторами R3 и R4 задан ток через сигнальные светодиоды.

Как уже было сказано, светодиоды и выключатель выведены на переднюю панель системного блока компьютера для удобства переключения и контроля состояния дополнительного НЖМД. Остальные детали узла коммутации размещены в небольшом пластмассовом корпусе, установленном внутри системного блока. Монтаж — навесной, непосредственно на выводах реле и транзистора.

Узел включают в разрыв проводов красного (+5 В) и жёлтого (+12 В) цветов, соединяющих разъём питания НЖМД с блоком питания компьютера. Чёрный соединительный провод (цепь COM — общий) разрывать не следует. Достаточно его небольшой участок зачистить от изоляции и соединить пайкой с общим проводом узла коммутации. ■

Двухзонный термометр на PIC-контроллере

В. ЛАЗАРЕВ, г. Вязьма Смоленской обл.

Автор предлагает конструкцию термометра с двумя выносными датчиками, который позволяет измерять температуру независимо в двух точках. Информация выводится на ЖКИ.

Занимаясь разработкой силовой электроники, в частности импульсных источников питания, неизбежно сталкиваешься с необходимостью измерения температуры корпусов силовых транзисторов, микросхем и других элементов. Для этих целей обычно используют стандартный мультиметр с термопарой, например, Mastech MY64 и ему подобные. Но здесь можно столкнуться с рядом проблем. Во-первых, как показала практика, обычная биметаллическая термопара недолговечна, часто возникает обрыв в месте соединения (пайки) датчика и проводов, особенно при частом использовании. Во-вторых, датчик термопары необходимо изолировать при измерении температуры находящегося под напряжением теплоотвода или транзистора. В-третьих, часто возникает необходимость измерять температуру сразу на двух элементах устройства, например, на обоих транзисторах полумостового генератора. Так и возникла идея собрать прибор, избавленный от этих недостатков. Схема двухзонного термометра приведена на **рис. 1**.

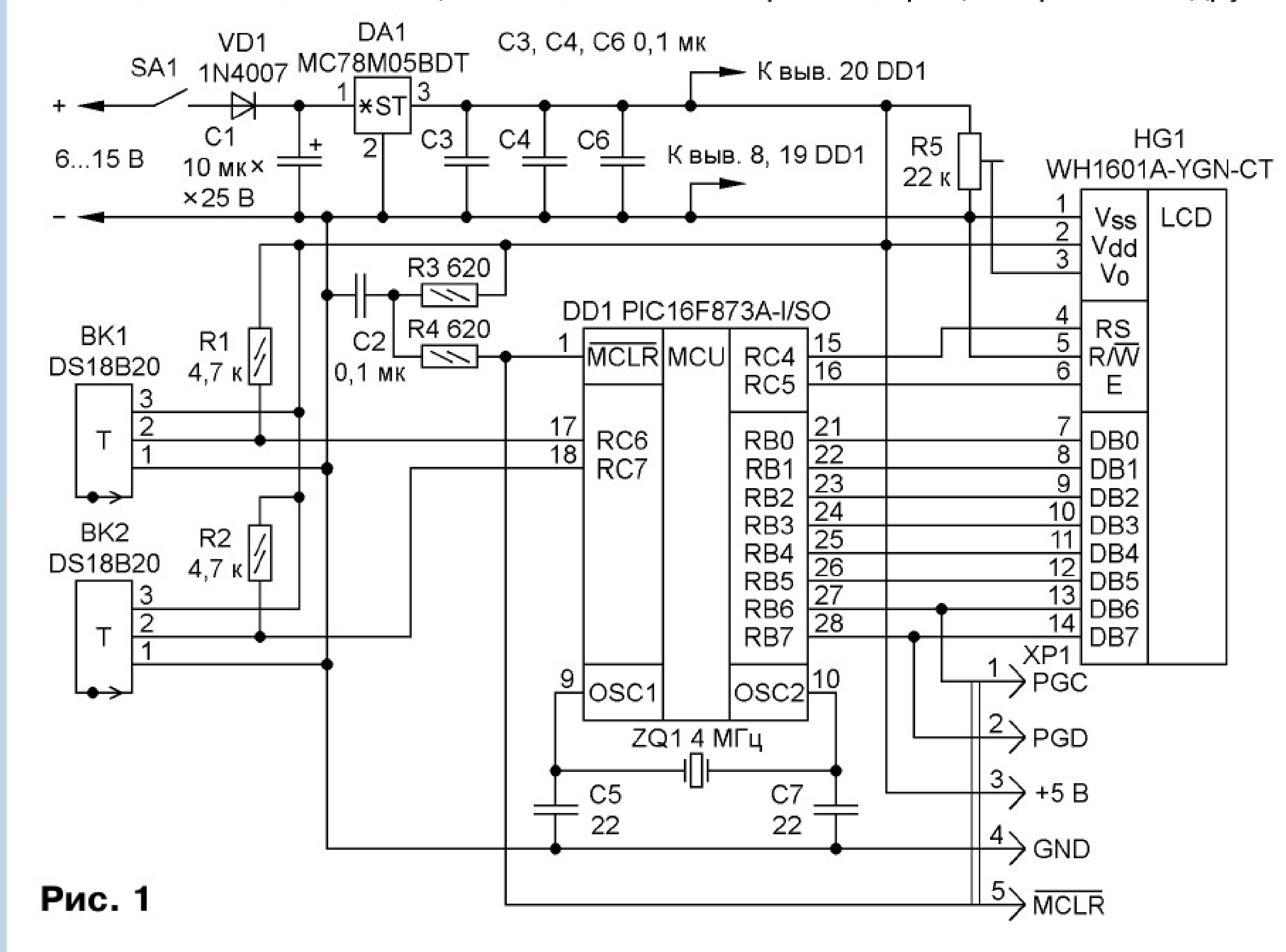
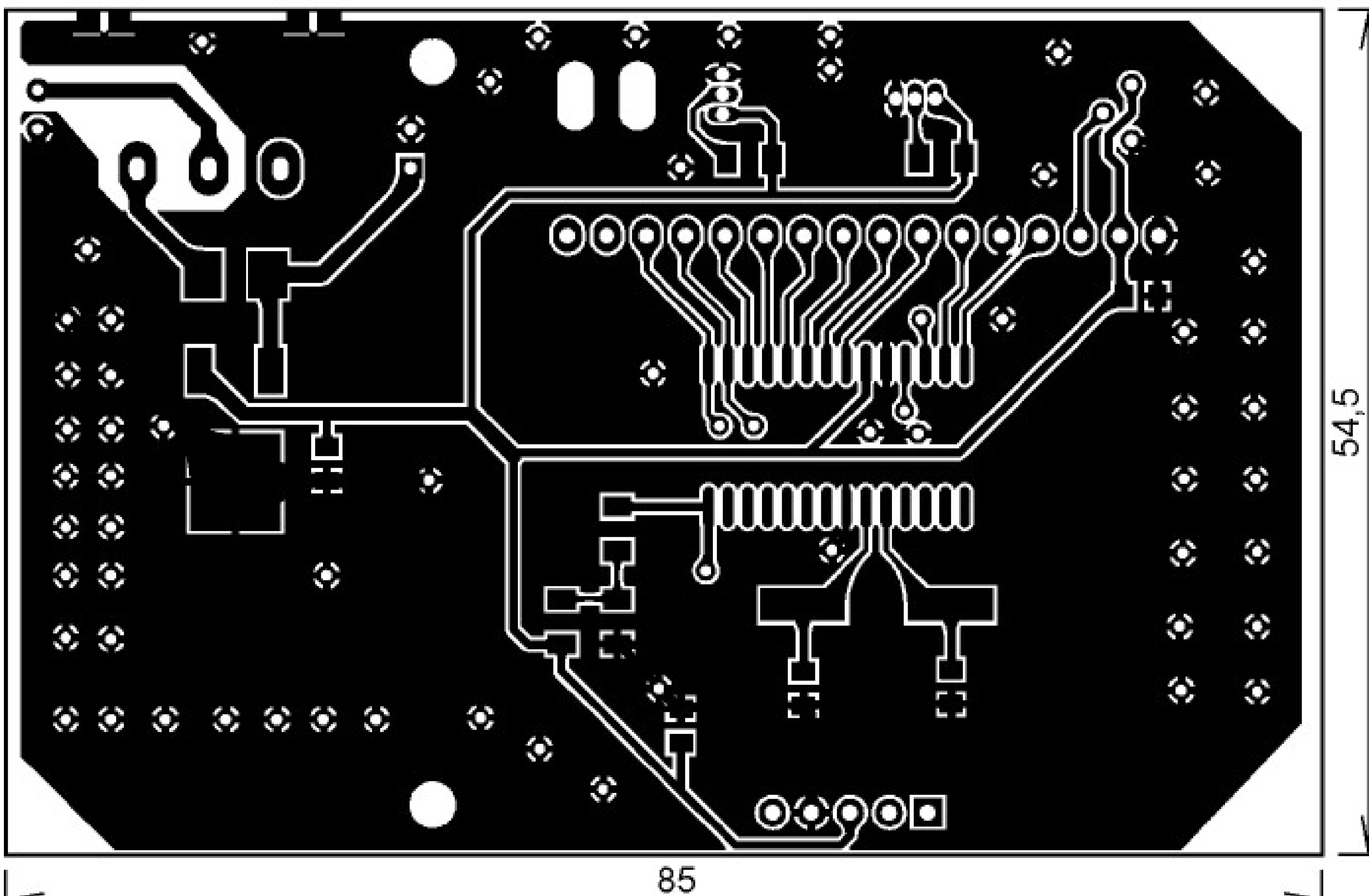


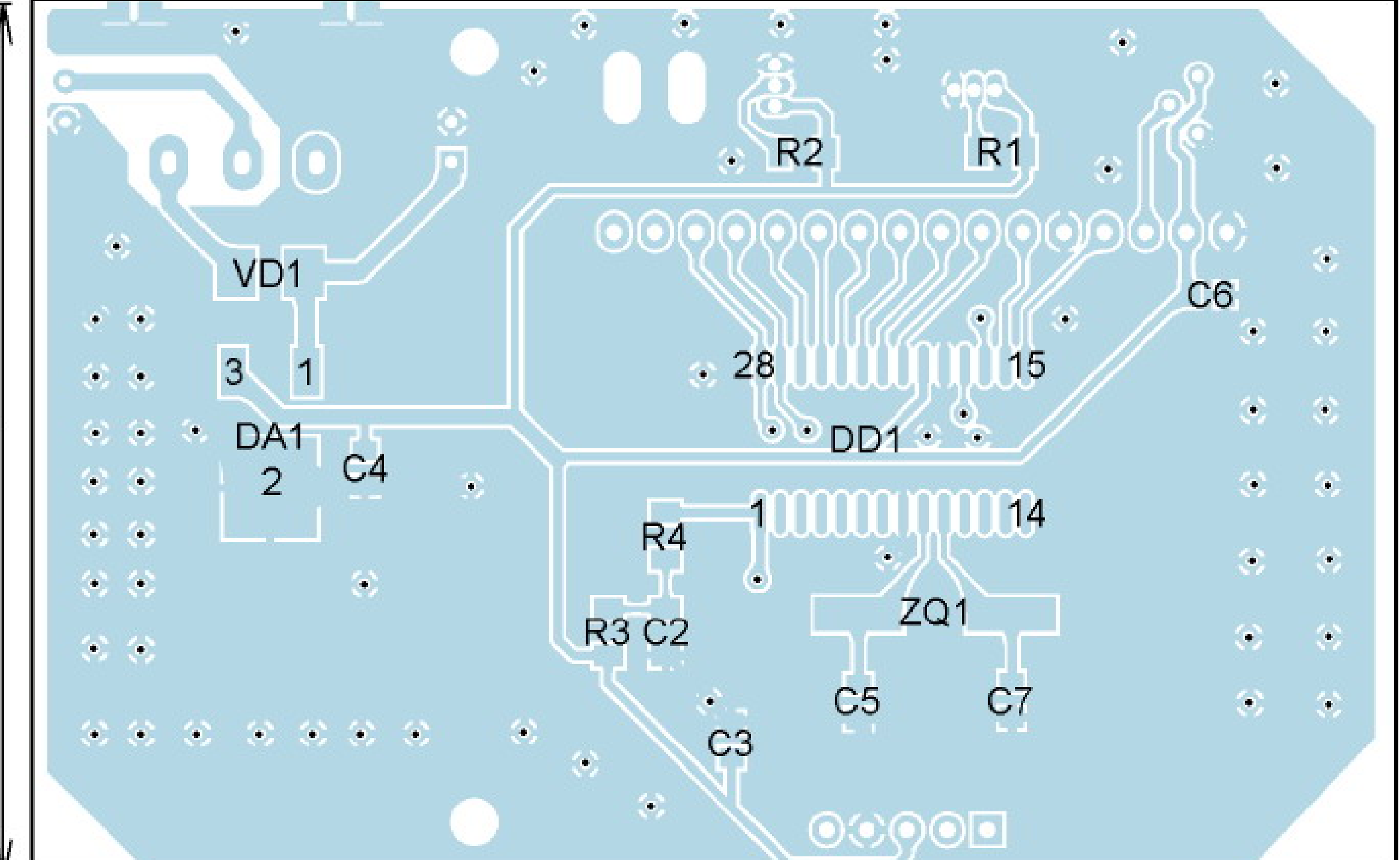
Рис. 1

Основные технические характеристики

Напряжение питания, В . . . . .6...15
Интервал измеряемой температуры, °С . . . .–50...+125
Разрешение отображения температуры, °С 0,1

Основа термометра — микроконтроллер PIC16F873A-I/SO. В качестве термодатчиков применены распространённые цифровые датчики DS18B20. Датчики BK1 и BK2 подключены к разным портам микроконтроллера, что позволило использовать упрощённую процедуру их опроса. Датчики опрашиваются поочерёдно с интервалом около 1 с. Точность измерения применённых





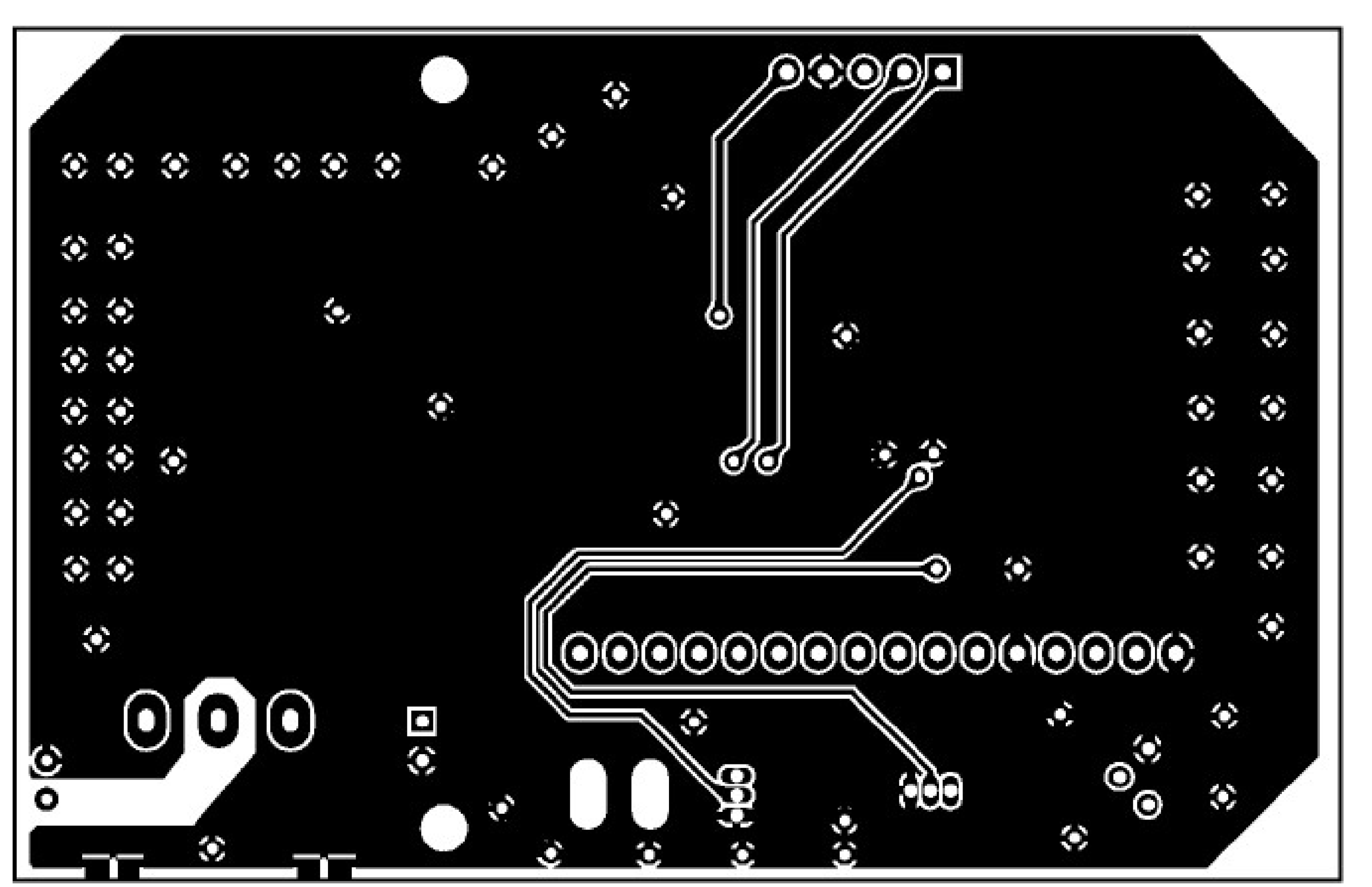


Рис. 2

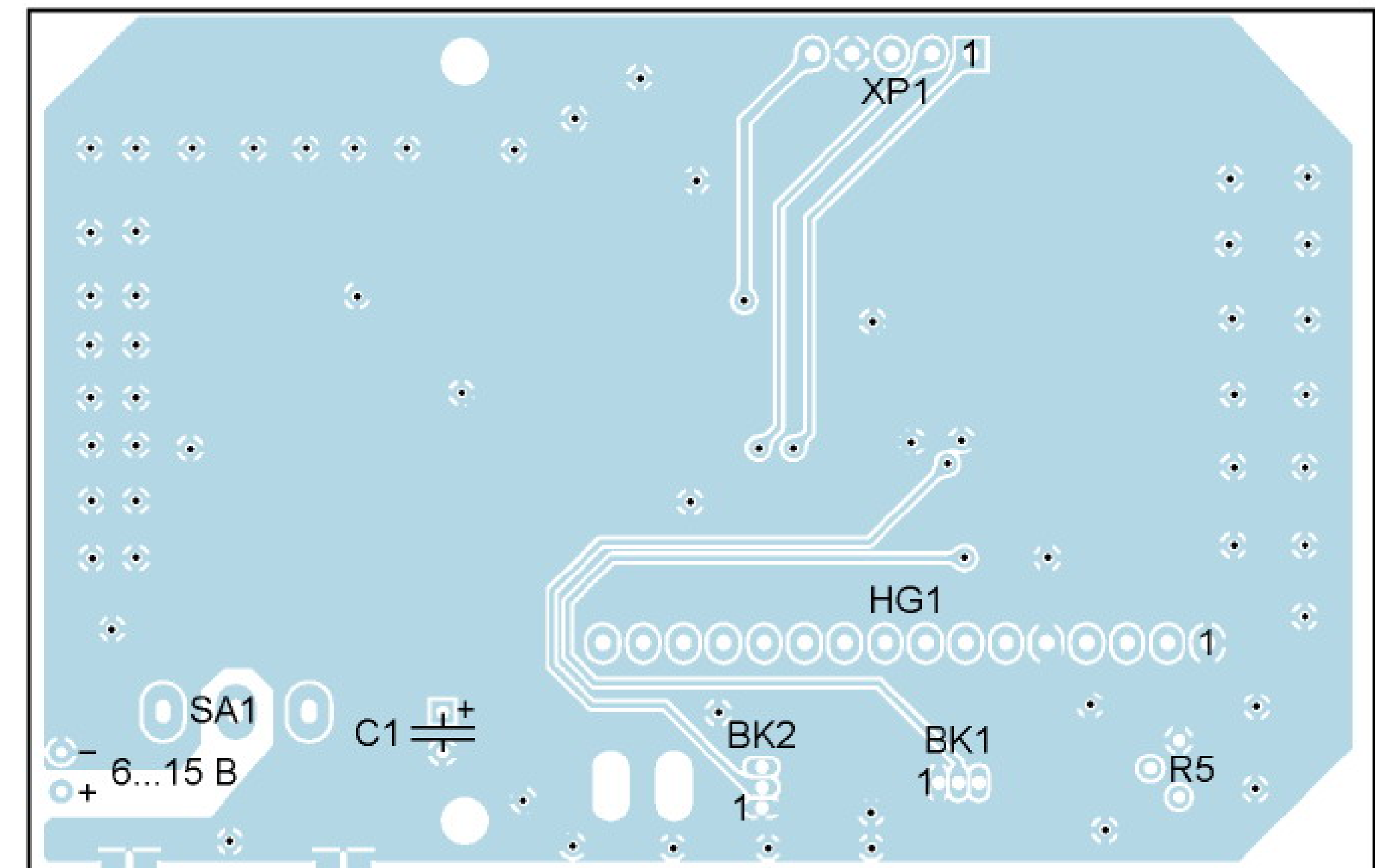


Рис. 3

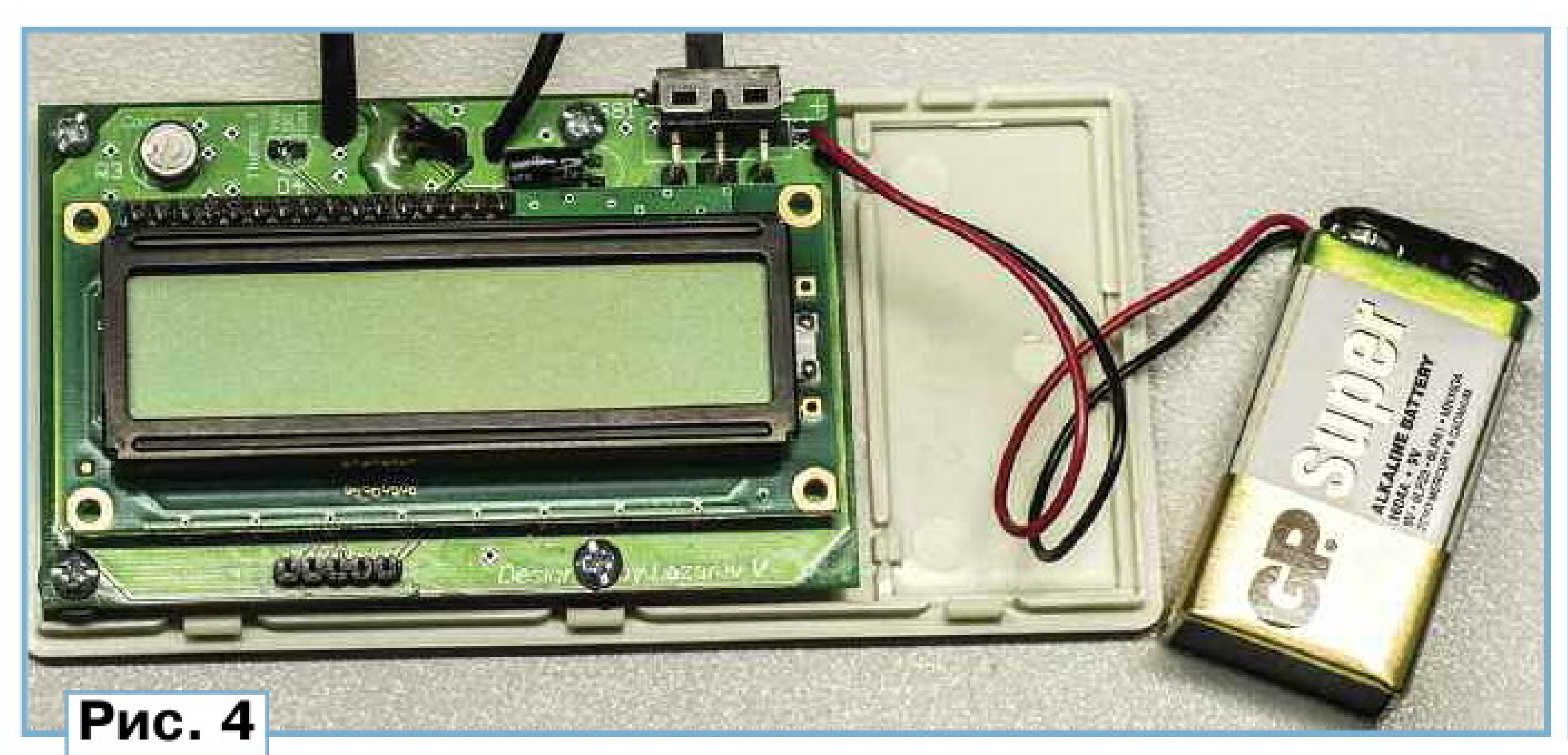


Рис. 4

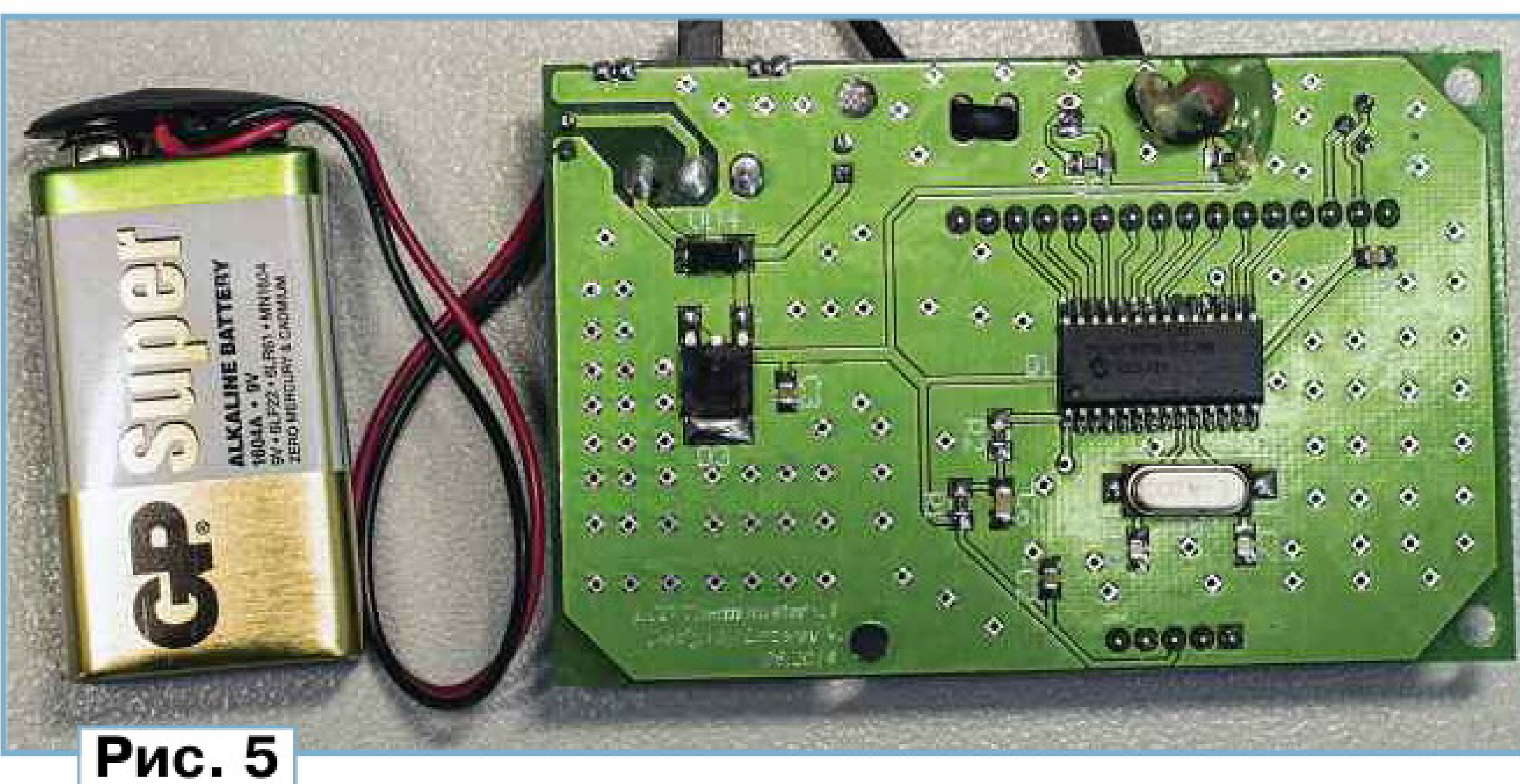


Рис. 5

Рис. 6

датчиков равна 0,0625 °С, что неудобно для отображения, поэтому значения температуры программно округляются до 0,1 °С. Информация отображается на однострочном знакосинтезирующем ЖКИ. Подстроечным резистором R5 регулирует контрастность ЖКИ. Разъём XP1 предназначен для подключения программатора. Обратите внимание, что расположение его контактов не совпадает со стандартной цоколёвкой программатора PicKit.

Термометр собран на плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 2 мм. Её чертёж показан на **рис. 2**, а расположение деталей — на **рис. 3**. Плата термометра разработана под стандартный пластмассовый корпус для радиолюбительских конструкций размерами 126×65×25 мм с отсеком под батарею "Крона". В верхней крышке корпуса необходимо вырезать прямоугольное отверстие под экран ЖКИ, а в боковых стенках — под выключатель и провода термодатчиков. Фотографии собранной платы приведены на **рис. 4** и **рис. 5**. На датчики следует надеть термоусаживаемые трубки, желательно разного цвета. Внешний вид готового устройства показан на **рис. 6**. Правильно собранное устройство начинает работать сразу и в налаживании не нуждается. В качестве ЖКИ подойдёт любой аналогичный однострочный шестнадцатисимвольный подходящих габаритов на основе процессора HD44780.

***От редакции**. Программа и прошивка микроконтроллера имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/06/doubl_term.zip** на нашем ftp-сервере.*

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Регулятор частоты вращения коллекторного двигателя с ОС по противоЭДС якоря

А. ЗЫКОВ, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл

В большинстве публикуемых схемных решений для стабилизации частоты вращения вала электродвигателя постоянного тока при изменении нагрузки используется положительная обратная связь (ОС) по току якоря (см., например, статью **Гуреева С.** "Устройство питания сверлилки" в "Радио", 2011, № 5, с. 33). В промышленных электроприводах, как правило, используется обеспечивающая высокую стабильность отрицательная ОС по частоте вращения. Проще всего её реализовать с помощью тахогенератора. Известен ещё один способ получения сигнала, пропорционального частоте вращения, который практически не используется радиолюбителями, — это выделение напряжения противоЭДС якоря. Он основан на том, что противоЭДС якоря при постоянном потоке возбуждения пропорциональна частоте вращения якоря.

Схемное решение способа получения этого сигнала изображено на **рис. 1**. Электродвигатель постоянного тока здесь изображён в виде последовательной цепи, состоящей из источника противоЭДС E и из символизирующего обмотку якоря резистора $R_я$. Последовательно с электродвигателем включён резистор R3. Если выполняется условие

$$R3/R_я = R2/R1 = k, \quad (1)$$

то можно записать следующие уравнения:

$$U = E + IR_я(1+k);$$
$$u_1 = Ek/(k+1)+IR_яk;$$
$$u_2 = IR_яk,$$

где E, I и $R_я$ — соответственно противоЭДС, ток и активное сопротивление якоря. Тогда напряжение между точками 1 и 2 равно $u_1 - u_2 = Ek/(k+1)$, т. е. пропорционально противоЭДС и не зависит от тока якоря. Это напряжение можно использовать в качестве напряжения ОС. Для электродвигателей постоянного тока с напряжением питания 24 В значение коэффициента k целесообразно выбрать в пределах от 0,05 до 0,2. Для двигателей с более высоким напряжением питания оно может быть меньше.

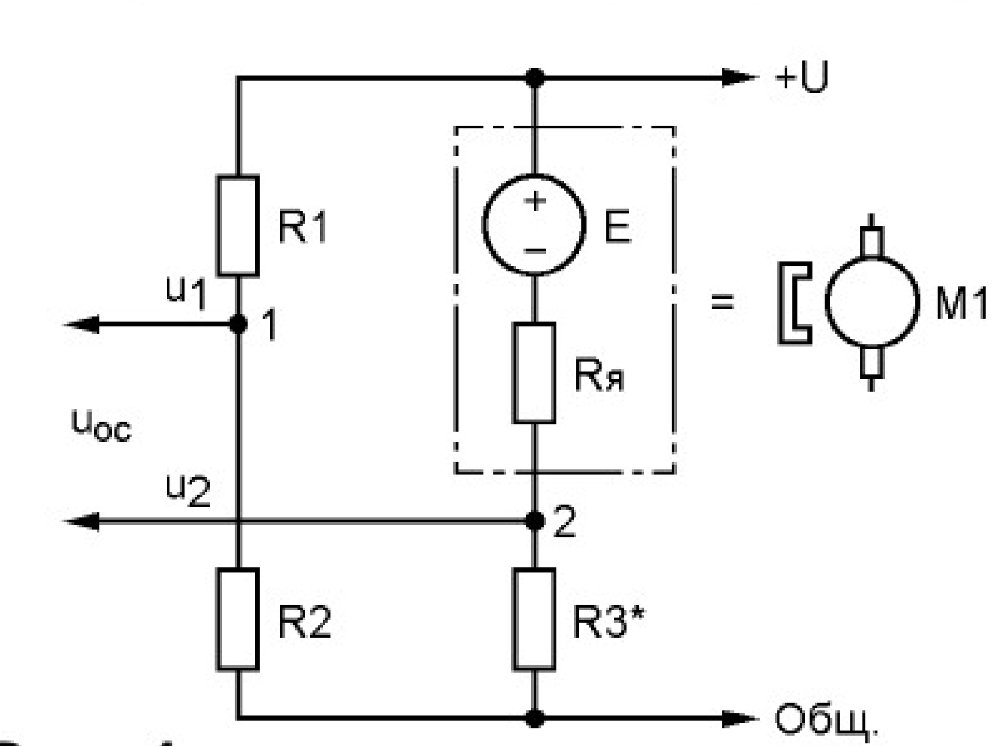


Рис. 1

Схема возможного варианта регулятора частоты вращения электродвигателя, в котором использован описанный способ регулирования, показана на **рис. 2**. Транзистор VT1 работает в режиме микротоков. Функцию регулятора тока якоря выполняет канал полевого транзистора VT2. Переменным резистором R3 устанавливают частоту вращения двигателя, подстроечным резистором R7 добиваются выполнения условия (1), а подбором R2 изменяют интервал регулирования.

Устройство обеспечивает хорошую стабильность частоты вращения двигателя при изменении нагрузки на его валу в широких пределах. Указанный на схеме номинал резистора R8 рассчитан на применение электродвигателя Д-5М (сопротивление обмотки якоря — приблизительно 14 Ом). Транзистор VT2 размещают на теплоотводе.

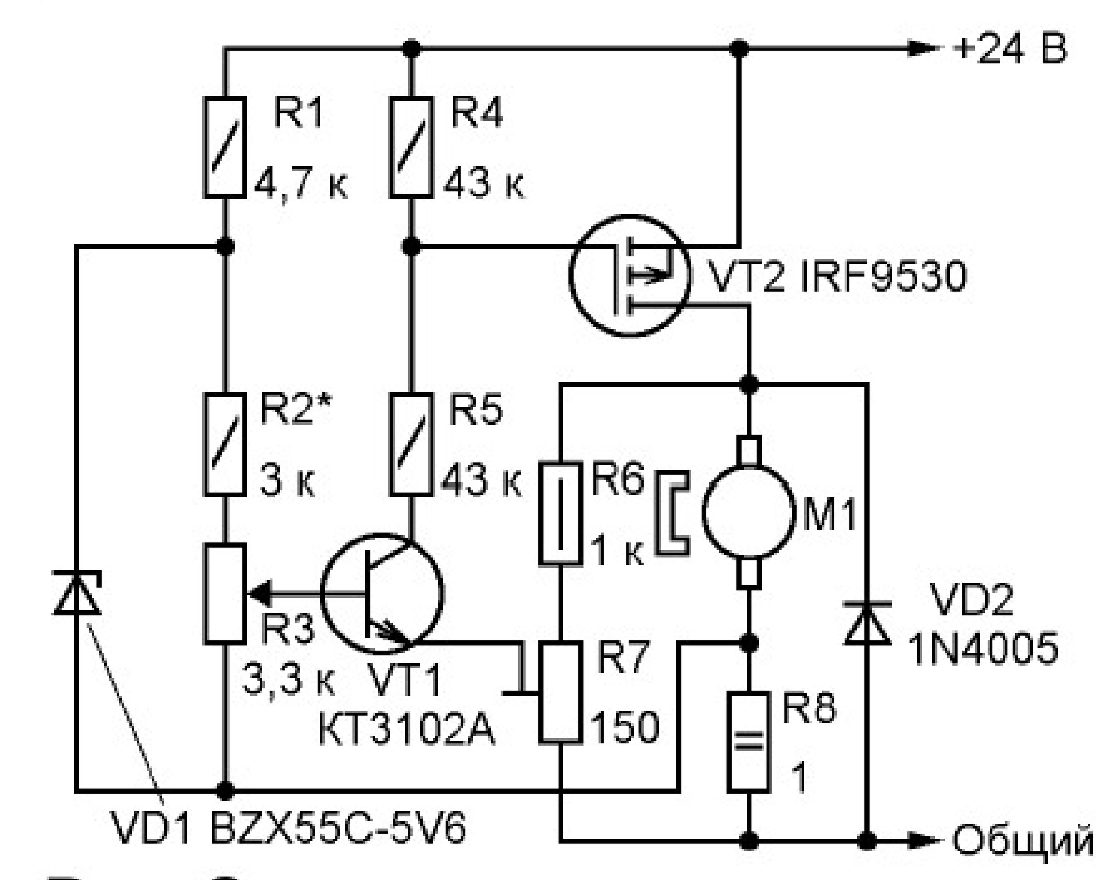


Рис. 2

К недостаткам регулятора можно отнести зависимость коэффициента k от температуры: при нагреве якоря его сопротивление изменяется, а это вызывает нарушение условия (1). Для уменьшения влияния этого фактора можно резистор R8 намотать медным проводом подходящего сечения и обеспечить его тепловой контакт с корпусом двигателя.

При необходимости построения более сложных устройств управления можно выделить сигнал, пропорциональный противоЭДС, с помощью операционного усилителя, например LM358, в дифференциальном включении.

ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ

А. САВЧЕНКО. "Автоматическое зарядное устройство" ("Радио", 2015, № 4, с. 33—39; № 5, с. 38—41).

Компенсация потерь в зарядном кабеле

Аккумуляторную батарею обычно подключают к зарядному устройству довольно длинным кабелем. Учитывая, что зарядка производится большим током, падение напряжения на зарядном кабеле может достигать нескольких десятых долей вольта, а в случае использования кабеля из проводов малого сечения и того больше. Это приводит к ошибкам в определении степени заряженности батареи, в результате чего она может оказаться недозаряженной.

Чтобы исключить недозарядку, в программе микроконтроллера предусмотрена компенсация падения напряжения на кабеле при зарядке свинцово-кислотных (автомобильных) и литий-ионных аккумуляторных батарей (для никель-кадмиевых этого не требуется, так как критерием завершения зарядки служит не абсолютное значение напряжения на батарее, а его приращение).

Операцию настройки компенсации выполняют в следующем порядке:

— непосредственно к заряжаемой батарее подключают контрольный вольтметр;

— если показания индикатора зарядного устройства и контрольного вольтметра различаются более чем на 0,1 В, нажатиями на кнопки SB3 "+" и SB2 "–" доводят показания контрольного вольтметра до нужного значения. Учтите, что реакция программы на нажатие этих кнопок занимает несколько секунд. С первым нажатием на одну из них программа входит в режим настройки компенсации потерь, признаком которого служит выведенное в нижнем левом углу экрана индикатора текущее значение компенсирующей поправки. Само оно пользователю не требуется, а лишь играет роль индикатора нажатий на кнопки, изменяясь на единицу с каждым из них;

— после установки требуемого показания контрольного вольтметра нажатием на кнопку SB4 "ОК" программу возвращают в рабочий режим. Новое значение поправки она записывает в EEPROM микроконтроллера, удалив его с индикатора.

Программа использует установленную поправку и при последующих зарядках. Если заряжаемую батарею всегда подключают одним и тем же кабелем, то описанные выше операции можно не повторять.

Следует иметь в виду, что настройка компенсации доступна только на основном этапе зарядки (для автомобильных батарей он называется "Этап 1"). В режимах "Асимметричный ток 1(2)" и "Контрольно-тренировочный циклический" операции собственно зарядки и разрядки чередуются. Здесь настройка компенсации возможна только в ходе зарядки. Если режим её настройки включён, операция зарядки не будет прервана до его выключения, даже когда истекло время, отведённое для неё согласно программе.

Повышение заметности дополнительных сигналов торможения автомобиля

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

С каждым годом условия дорожного движения усложняются. Автомобили становятся более динамичными, растёт плотность транспортного потока. В этих условиях водителю очень важно как можно быстрее заметить сигнал торможения впереди идущего автомобиля.

Производители автомобилей уделяют много внимания вопросу повышения заметности сигналов торможения. Серьёзный шаг вперёд в этом отношении — перевод сигналов торможения с ламп накаливания на светодиоды, которые с точки зрения человеческого восприятия практически безынерционны, что позволяет заметить светодиодный сигнал на десятые доли секунды раньше традиционного, подаваемого лампами накаливания.

Есть мнение, изложенное, например, в статье **А. Ремизова** "Мигающие стоп-сигналы сократят число ДТП" (URL: **http://www.zr.ru/content/news/26888-migajushhije_stop-signaly_sokratat_chislo_dtp** (15.03.15)), что следующим шагом в повышении заметности сигналов торможения будет переход от их монотонного свечения к изменению яркости по определённому закону. Одним из эффективных способов привлечения внимания водителя к световому сигналу впереди идущего автомобиля считается мигание этого сигнала. При этом мигание в течение всего процесса торможения вовсе не обязательно. Оно важно именно в первые несколько секунд от начала торможения, чтобы привлечь внимание водителя движущегося сзади транспортного средства.

Автолюбители давно работают над этой проблемой. В Интернете можно найти описания многих устройств, реализующих мигание сигналов торможения. Они построены в основном на базе микросхем жёсткой логики и выполняют только один, заданный соединениями между логическими элементами алгоритм работы.

Необходимо заметить, что никакое официально не согласованное с производителем автомобиля вмешательство в конструкцию его узлов, обеспечивающих безопасность движения, в том числе в управление основными сигналами торможения, не допускается. Автомобиль с такой доработкой просто не пройдёт технический осмотр. Но для радиолюбителей имеется "лазейка" — управление дополнительно устанавливаемыми внутри салона автомобиля стоп-сигналами без изменения цепей управления и конструкции основных.

Предлагаемое устройство управления дополнительными сигналами торможения создано на базе микроконтроллера ATtiny2313A. Оно способно управлять дополнительными сигналами торможения как на лампах накаливания, так и на светодиодах, имеет небольшие габариты и невысокую стоимость. Его безусловное достоинство — возможность изменять алгоритм работы этих сигналов путём модификации программы микроконтроллера без изменения схемы устройства. Кроме того, объём памяти микроконтроллера достаточен для одновременного хранения процедур, реализующих несколько разных алгоритмов, что даёт возможность оперативно выбирать любой из них.

Основные технические характеристики

Напряжение бортсети автомобиля, В 12

Максимальная мощность коммутируемых сигналов торможения, Вт 50

Число алгоритмов работы сигналов:
- на лампах накаливания 2
- на светодиодах 4

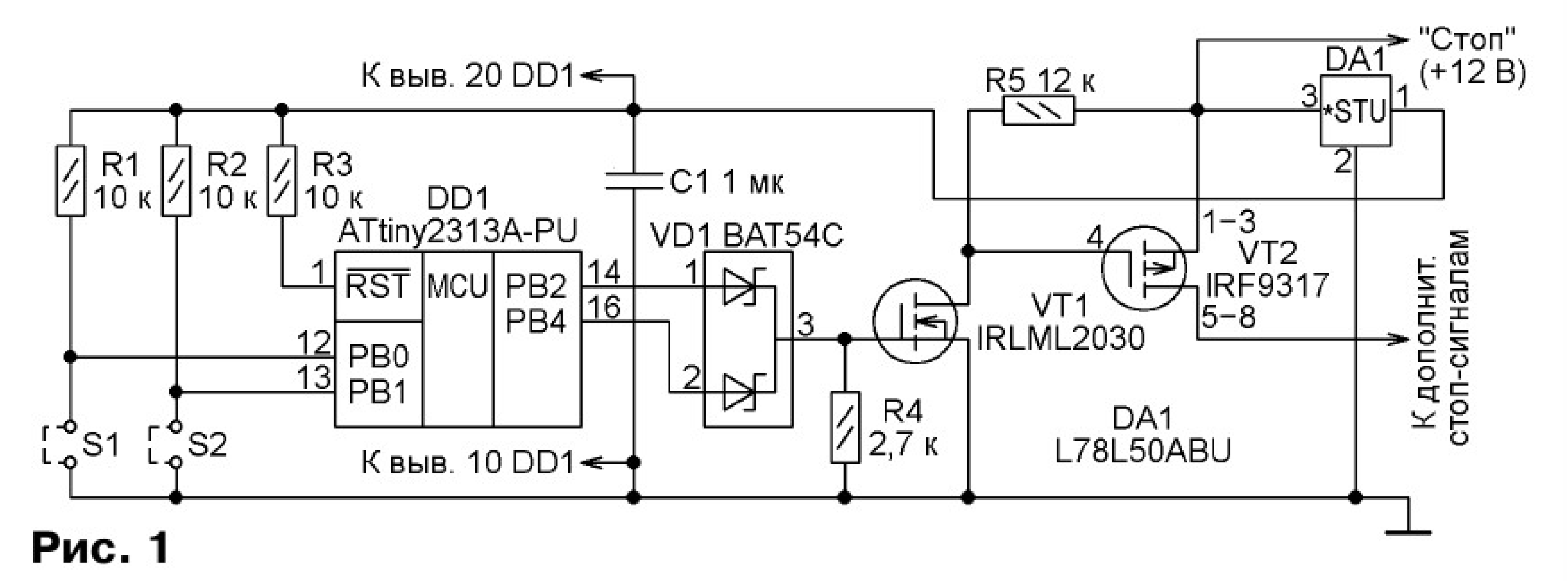


Рис. 1

Схема устройства показана на **рис. 1**. Микроконтроллер DD1 с помощью внутренних таймеров формирует на своих выходах PB2 и PB4 две импульсные последовательности, которые далее поступают на диодную сборку VD1. Параметры последовательностей зависят от выбранного из числа заложенных в программу алгоритмом. Выбирают его установкой и снятием перемычек S1 и S2.

На катодах диодов сборки VD1 образуется логическая сумма этих последовательностей, которая поступает на затвор транзистора VT1, управляющий работой ключа на p-канальном полевом транзисторе VT2, подающего питание на фонари сигналов торможения. Применённый в качестве VT2 транзистор IRF9317 способен коммутировать ток до 16 А. Малое сопротивление открытого канала этого транзистора (около 50 мОм) даёт возможность использовать его без теплоотвода и управлять нагрузкой мощностью до 50 Вт практически без потерь напряжения.

Устройство подключают к бортсети автомобиля к проводу, идущему от цепи, в которой при нажатии на педаль тормоза появляется напряжение +12 В.

Собственное потребление тока устройством — не более нескольких миллиампер при включённых сигналах торможения. При выключенных основных сигналах торможения устройство ток от бортсети автомобиля не потребляет.

Для сигналов торможения на базе ламп накаливания, обладающих значительной инерционностью, реализован алгоритм управления с переменной яркостью пауз между их вспышками (**рис. 2**,а). В ходе его выполнения лампы вспыхивают с частотой около 7,5 Гц. После седьмой вспышки яркость ламп в паузах начинает монотонно расти. Приблизительно с пятой секунды после начала торможения лампы светят непрерывно.

По сравнению с лампами накаливания светодиоды обладают значительно меньшей инерционностью, поэтому для сигналов торможения на их базе можно реализовать и более сложные алгоритмы. В предлагаемой версии программы их три:

1. Рассмотренный выше алгоритм вполне может использоваться и для управления светодиодами. Поэтому он назван "Лампы/Светодиоды 1".

а) "Лампы/Светодиоды 1"

б) "Светодиоды 2"

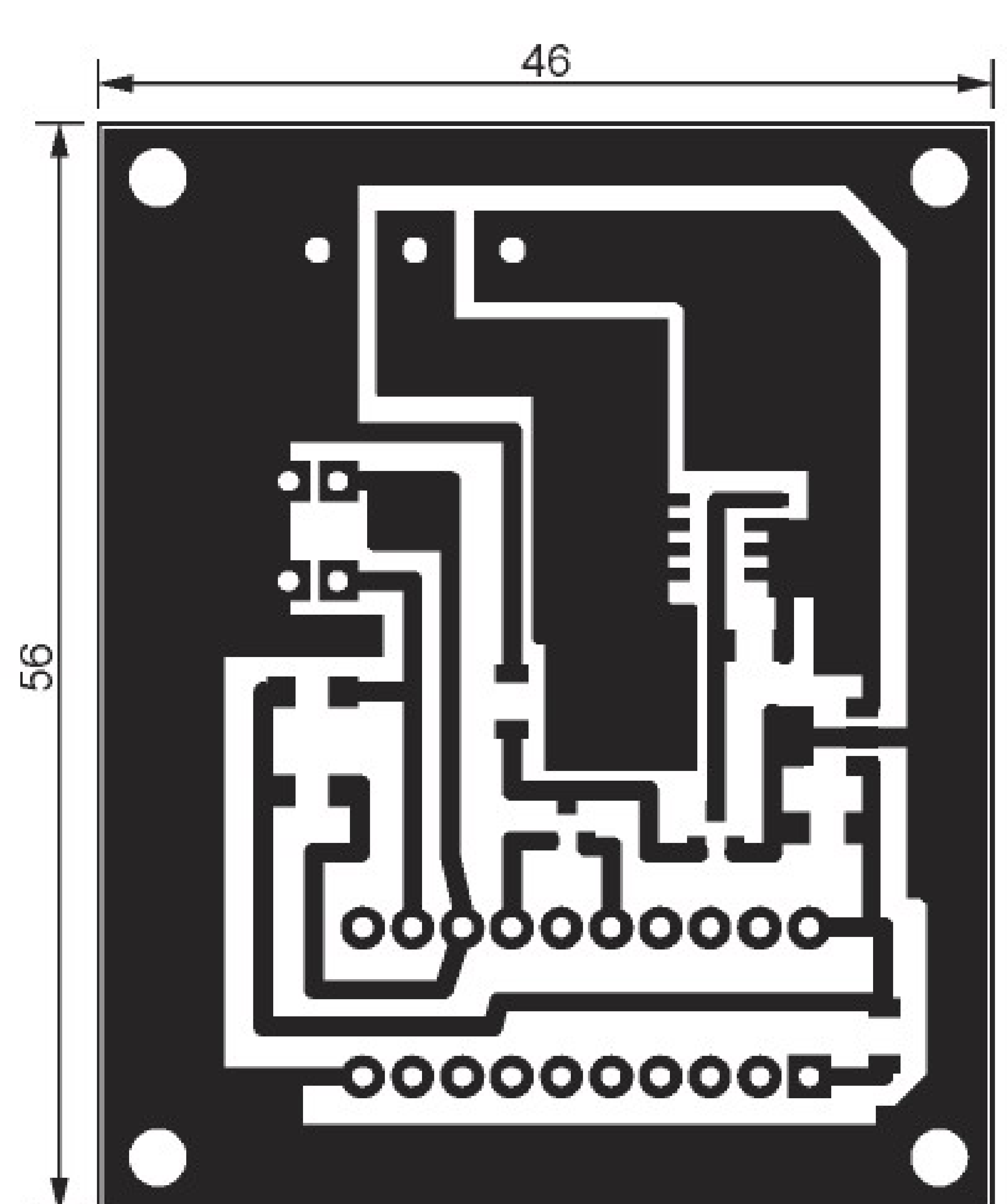
в) "Светодиоды 3"

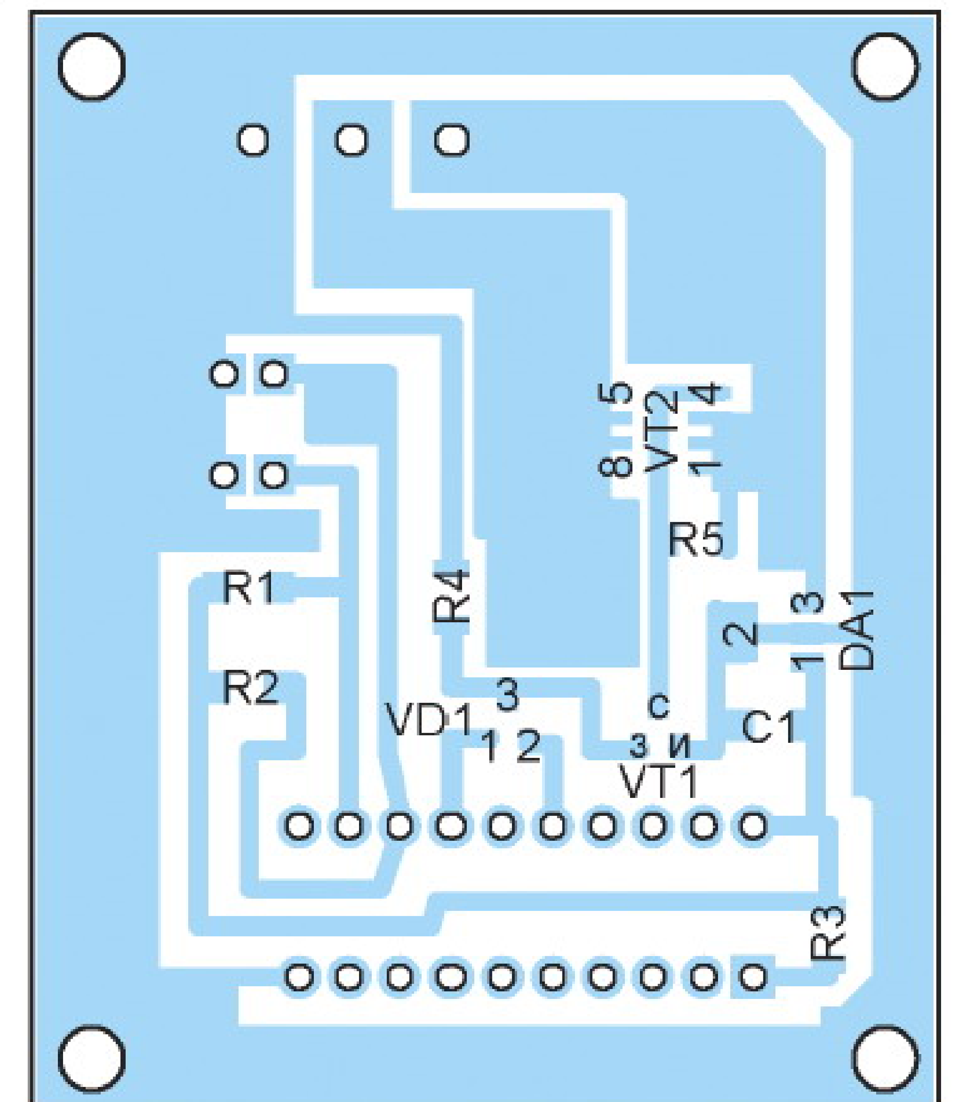
г) "Непрерывный"

Рис. 2

2. Отличие алгоритма "Светодиоды 2" (рис. 2,б) состоит в том, что вспышки следуют с вдвое большей частотой (около 15 Гц), а увеличение яркости пауз между вспышками начинается сразу после первой вспышки, но про-

РАДИО
ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЁМ
тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru





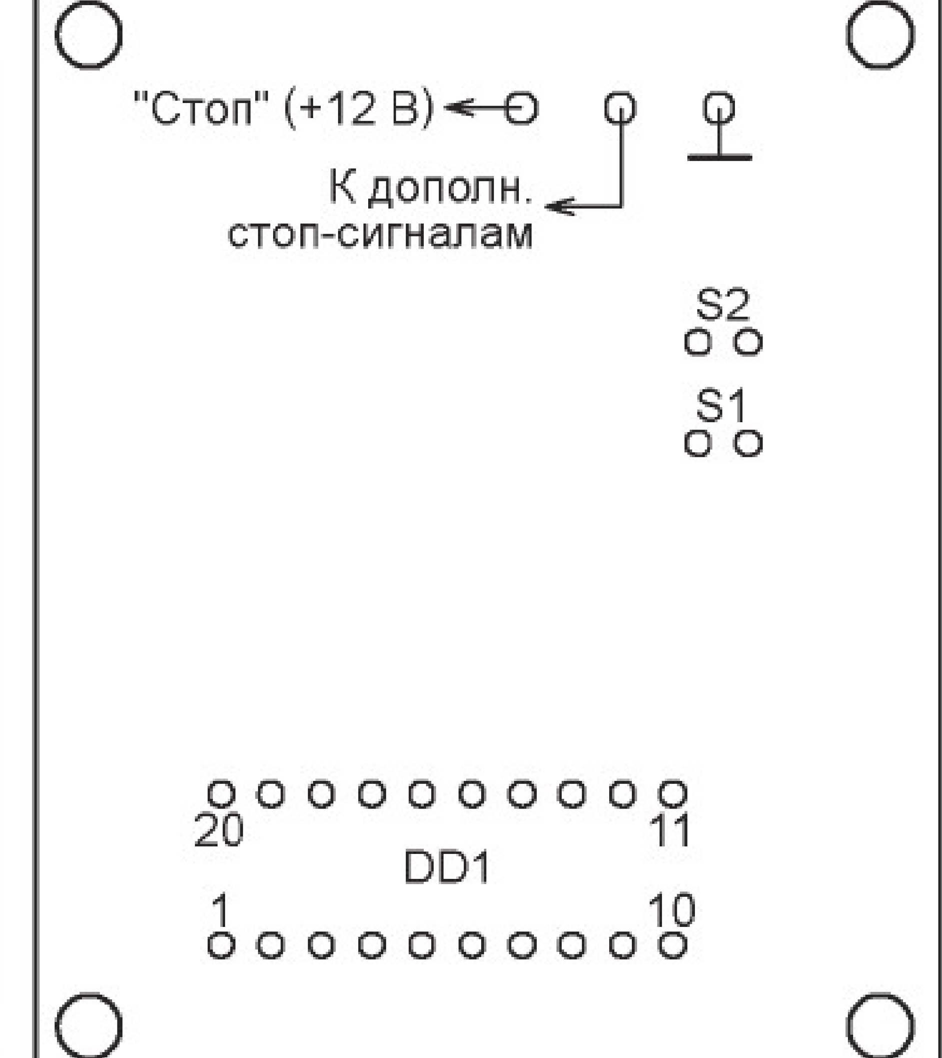


Рис. 3

исходит с меньшей в 2,6 раза скоростью. Непрерывное свечение светодиодов начинается с седьмой секунды работы сигналов.

3. Согласно алгоритму "Светодиоды 3" (рис. 2,в), формируются одна за другой три одинаковые пачки вспышек, после чего сигналы торможения переходят в режим постоянного свечения. Каждая пачка состоит из пяти коротких вспышек, следующих с частотой около 15 Гц, и одной длинной вспышки (300 мс). Переход к непрерывному свечению происходит приблизительно через 2 с после начала торможения.

И наконец, устройство при необходимости может работать в режиме непрерывного свечения дополнительных сигналов торможения сразу после их включения. Это реализуется алгоритмом "Непрерывный" (рис. 2,г). Такой режим допустим как для ламп накаливания, так и для светодиодов.

Выбирают рабочий алгоритм с помощью перемычек S1 и S2 в соответствии с **табл. 1**. Применять алгоритмы "Светодиоды 2" и "Светодиоды 3" для управления лампами накаливания не следует. Вследствие большой инерционности они не смогут воспроизвести вспышки с частотой 15 Гц.

Устройство собрано на печатной плате размерами 46×56 мм, чертёж которой и расположение элементов на ней показаны на **рис. 3**. В конструкции применены в основном элементы для поверхностного монтажа, за исключением микроконтроллера в корпусе DIP, устанавливаемого в панель. Все резисторы и конденсатор C1 — типоразмера 1206. На плате нет разъёма для программирования микроконтроллера, вследствие чего последний для программирования необходимо извлекать из панели.

Разряды конфигурации микроконтроллера программируют в соответствии с **табл. 2** (внутренний RC-генератор частотой 8 МГц). Налаживания правильно собранное и запрограммированное устройство не требует.

Микроконтроллер ATtiny2313A-PU можно заменить на любой другой, имеющий в своём составе один 16-разрядный и один 8-разрядный таймеры

Таблица 1

Алгоритм	Перемычка	
	S1	S2
Лампы / Светодиоды 1	Есть	Нет
Светодиоды 2	Нет	Есть
Светодиоды 3	Есть	Есть
Непрерывный	Нет	Нет

Таблица 2

Разряд	Сост.	Разряд	Сост.
SELFPRGEN	1	CKDIV8	1
DWEN	1	CKOUT	1
EESAVE	0	SUT1	0
SPIEN	0	SUT0	0
WDTON	1	CKSEL3	0
BODLEVEL2	1	CKSEL2	0
BODLEVEL1	1	CKSEL1	1
BODLEVEL0	1	CKSEL0	0
RSTDISBL	1		

0 — не запрограммировано;
1 — запрограммировано.

(естественно, в таком случае может потребоваться корректировка печатной платы и программы). Вместо транзистора IRLML2030 можно применить другой маломощный полевой транзистор с изолированным затвором и каналом n-типа. Единственное условие — он должен управляться по цепи затвора уровнями пятивольтной логики (часто в обозначении таких транзисторов присутствует буква L).

Транзистор для замены IRF9317 следует подбирать из числа имеющих минимальное сопротивление открытого канала (не более 100 мОм) и допустимое напряжение затвор—исток не менее 20 В. Для управления лампами накаливания допустимый ток стока этого транзистора должен быть в 3...4 раза больше номинального тока нагрузки, для управления светодиодами достаточно обеспечить двойной запас по току стока.

При замене указанных на схеме деталей на их аналоги, отличающиеся типом корпуса и назначением выводов, следует соответствующим образом изменить топологию печатной платы.

В заключение следует отметить, что описанное устройство может быть применено и на мотоциклах с напряжением бортсети 12 В.

***От редакции**. Файл печатной платы в формате Sprint Layout 5.0 и программа микроконтроллера имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru.pub/2015/06/blinkstop.zip** на нашем FTP-сервере.*

Военно-патриотическая игра "Победа"

Е. ИВАНОВА, г. Москва

В Москве в рамках празднования 70-летия Победы была проведена военно-патриотическая игра с элементами радиоспорта. Организатором выступил Московский центральный дворец творчества детей и молодежи. Соревновались команды учащихся радиотехнических кружков г. Москвы (возраст участников — от 8 до 15 лет). Сценарий игры, так и названной "Победа", подразумевал моделирование разведывательной операции по поиску вражеского передатчика.

Игра прошла в пять этапов, каждый из которых предполагал демонстрацию различных знаний и навыков. Сначала стандартный тест на понимание устройства личного оружия — разборка и сборка автомата. На **фото 1** этим занимается Гриша Молчанов. Далее по сценарию — обнаружение на пути следования "разведгруппы" минного поля. С помощью металлоискателя участники игры должны были найти и "обезвредить" муляж мины. На третьем этапе с помощью пеленгатора необходимо было отыскать замаскированный "вражеский" радиопередатчик. На **фото 2** — поиск ведёт Мария Щеголкова.

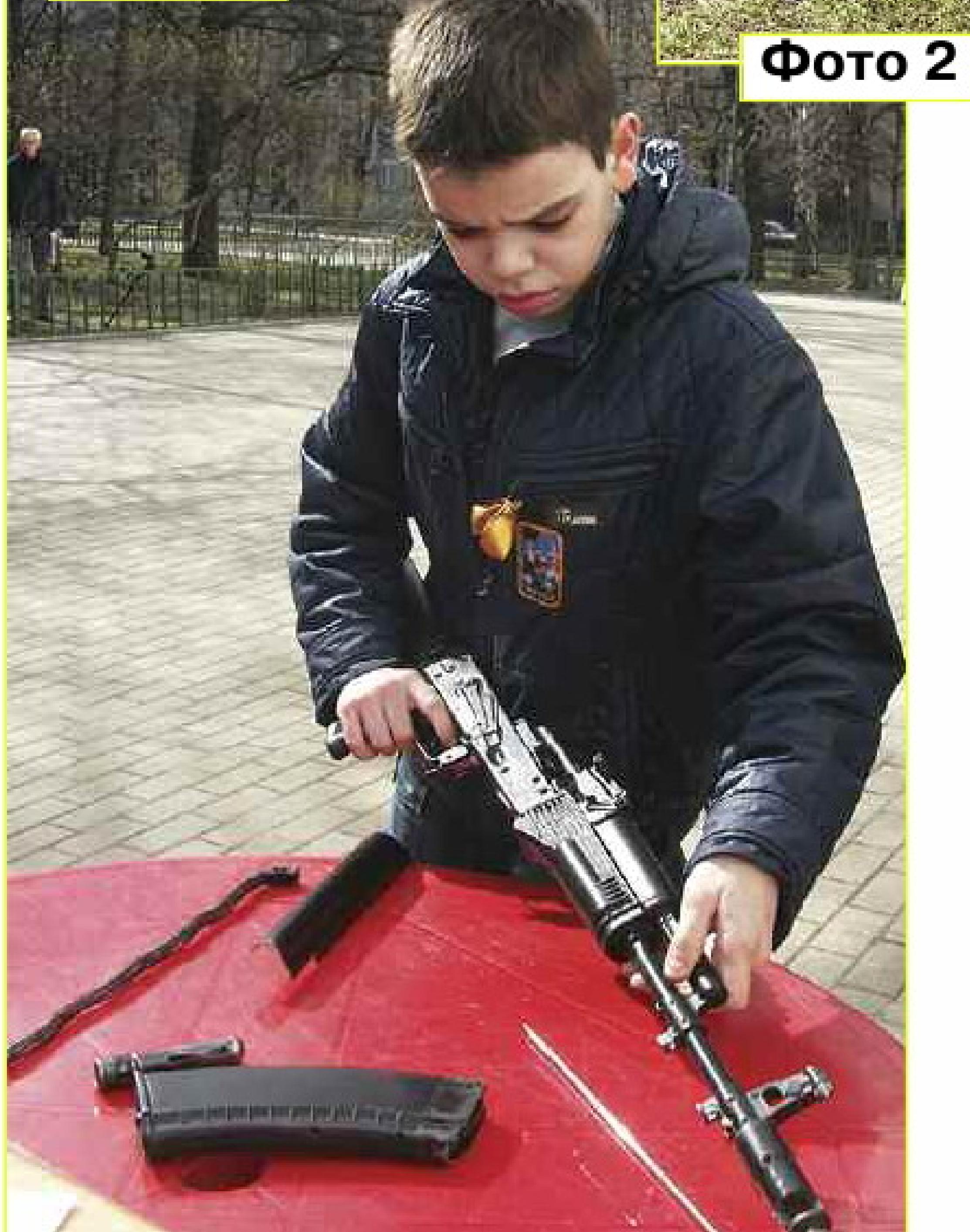


Фото 1



Фото 2



Фото 3

Прохождение последних двух этапов требовало углублённой радиотехнической подготовки. Это была проверка на владение радиоаппаратурой, телеграфным ключом, а также знание кода Морзе и основ радиообмена. В задачу участников входила передача двух сообщений, одно — посредством телеграфа, второе — речевое с помощью международного радиолюбительского кода. Партнёры по команде должны были правильно принять зашифрованные послания. В этом испытании применялись телеграфные ключи времён Великой Отечественной войны.

Команда-победительница определялась по минимальному времени прохождения всех этапов, в чём заключался определённый символизм. Ведь разведка на войне — это не только чёткое, но и максимально оперативное выполнение задания. Добытые в ходе разведоперации сведения должны были срочно передаваться в штаб, для чего и применялась различная радиоаппаратура. Победившая команда получила заслуженные награды (на **фото 3** *слева—направо* Максим Морозов, Антон Саранский, Никита Агашкин и Юлия Юносова).

По правилам игры команда получала дисквалификацию в случае неудачи на любом из этапов. Это условие было призвано повысить меру ответственности участников, дать им почувствовать себя в ситуации, когда от твоих действий зависит успех общего дела, когда любая осечка ведёт к краху. Основная идея игры, по задумке организаторов, заключалась в том, чтобы ребята осознали драматизм войны, где может быть только два исхода: успех или провал, победа или поражение, жизнь или смерть...



III Международный конкурс по радиоэлектронике и робототехнике

С. КУЗНЕЦОВ, г. Москва

В конце марта 2015 г. в Москве прошёл очередной, уже третий по счёту, Международный конкурс по радиоэлектронике и робототехнике. Его организаторами выступили Московское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А. С. Попова и Центр внешкольной работы "На Сумском" Департамента образования г. Москвы при поддержке Московского дома общественных организаций и редакции журнала "Радио". Информационную поддержку оказали журнал "Радио", телевизионные каналы "Москва Доверие", "Экран 5" и объединённая газетная редакция ЮАО г. Москвы.

Основные задачи конкурса:

— создание условий для демонстрации знаний, умений и навыков, приобретённых школьниками в процессе обучения в технических кружках;

— содействие в реализации творческих способностей обучающихся и повышение их профессионального мастерства;

— привлечение внимания организаций этого профиля к содействию в развитии технического творчества учащихся;

— укрепление связей коллективов, занимающихся радиоэлектроникой и робототехникой, с целью их дальнейшего развития, обмена опытом и установления дружественных отношений.

В конкурсе приняли участие команды гостей: Рижского дворца школьников (г. Рига, Латвия), руководитель — Янис Озолш-Озолиньш, Шауляйского дворца юных техников (г. Шауляй, Литва), руководитель — Йонас Вайчайтис, Минского дворца детей и молодёжи (г. Минск, Беларусь), руководители — В. И. Канончик и Е. И. Тарасов, Санкт-Петербургского дворца молодёжи Выборгского района (г. Санкт-Петербург, Россия), Тверской области — руководитель В. В. Солдатов. Из Москвы были команды ЦДТ "Царицыно", ЦВР "На Сумском", руководитель — С. М. Кузнецов, Дворец творчества детей и молодёжи имени А. П. Гайдара — руководитель А. И. Маленкин, ДЮЦ "Виктория", руководитель — Л. В. Камышанова.

После регистрации и концертной программы с приветственным словом к участникам конкурса обратились директор Центра и депутат Муниципального собрания Е. И. Абрамова, заместитель председателя Московского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи им. А. С. Попова Н. Н. Смольская и помощник депутата МГД А. А. Лукоянов.

Программа конкурса состояла из практической, теоретической частей и конкурса проектных работ. После приветствия начался теоретический этап конкурса (**фото 1**). Все участники были разделены на три возрастные подгруппы: младшая (10—12 лет), средняя (13—14 лет) и старшая (15—17 лет).


Фото 1



Фото 2

Каждой подгруппе были выданы бланки с заданиями, состоящими из десяти теоретических вопросов по радиоэлектронике и робототехнике. Максимальный бал за теоретическую часть — 50. Варианты с вопросами различались в соответствии с возрастом участников конкурса. Самые сложные задания были для старшей группы, куда вошли задачи из школьного курса физики. На выполнение задания отводился один час.

После окончания первого этапа конкурса все участники собрались в кафетерии, чтобы подкрепиться перед вторым этапом, а в это время жюри конкурса приступило к проверке работ. В состав жюри вошли заместитель председателя Московского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи Н. Н. Смольская, заведующий кафедрой электроники МИФИ В. Я. Стенин, доцент кафедры радиотехнических


Фото 3

ную сборку конструкции в соответствии со схемой и предложенным набором деталей. На **фото 3** — один из участников конкурса из ЦДТ "Царицыно" Максим Солдатов. В зависимости от возрастной группы задания различались по уровню сложности. По окончании сборки каждый участник предъявлял свою конструкцию жюри для оценки. Все задания оценивались с учётом качества монтажа, времени сборки, работоспособности и соблюдения правил техники безопасности. Максимальное число баллов, которые мог получить участник на этом этапе, — 50.

На третьем этапе конкурса состоялась защита проектных работ по радиоэлектронике и робототехнике. Интересно было посмотреть на действующие макеты роботов и на различные радиоэлектронные конструкции ребят из Прибалтики, Минска и Санкт-Петербурга. По окончании всех этапов конкурса жюри подвело общие итоги.

Награждение участников конкурса состоялось в актовом зале. По итогам конкурса в младшей возрастной подгруппе победу одержал Александр Кириллов (Дворец творчества детей и молодёжи имени А. П. Гайдара), который набрал 90 из 100 баллов за первые два этапа конкурса. В средней возрастной подгруппе победителем стал Виталий Кисель (ЦДТ "Царицыно"), набравший 96 баллов, а в старшей — Павел Богданчук (**фото 4**) из г. Минска, который набрал максимальное число баллов — 100. В конкурсе проектных работ победу одержали Валентин Турчак из Шауляйского Центра юных техников (92 балла) и Григорий Титков из Санкт-Петебурга (95 баллов). В число призёров также вошли учащиеся из Рижского дворца школьников Мартыньш Екимов и Александр Бороздин. Специальными призами журнала "Радио" были награждены Виталий Кисель (ЦДТ "Царицыно") и Илья Корнеев (ДЦ "Виктория").


Фото 5

систем МИРЭА Е. М. Лазарев и старший преподаватель МИФИ Н. А. Рубцов. На этом этапе конкурса участники показали очень неплохие результаты, и жюри пришлось не просто, чтобы выделить лучших.

После перерыва участники разделились на две группы. Первая группа приступила к сборке практических конструкций — начался второй этап конкурса. Вторая группа в это время отправилась на экскурсию по Центру внешкольной работы. Ребята познакомились с интерактивным кабинетом, где поработали на компьютерах, побывали на катке с искусственным льдом, находящемся на территории Центра, и покатались на коньках, постреляли в тире и посоревновались в гонках трассовых моделей автомобилей (**фото 2**). Экскурсия всем очень понравилась.

На втором этапе конкурса участники в течение часа должны были выполнить с помощью паяльника самостоятель-



Фото 4

После награждения все участники конкурса по традиции сфотографировались (**фото 5**). По окончании конкурса был обед, после которого участники конкурса из Москвы отправились домой, а гости из других городов отправились в гостиницу и после небольшого отдыха поехали на экскурсию по вечерней Москве. А на следующий день участники конкурса посетили выставочный центр на ВДНХ, а затем побывали на экскурсии в музее космонавтики.



Светодиодный "баллончик" для фризлайта

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Продолжая тему рисования светом, хочу рассказать читателям ещё об одном инструменте для фризлайта — светодиодном "баллончике". На "листе чёрной бумаги" он оставляет яркие разноцветные точки, подобные каплям краски, — отсюда и название. В сочетании с "карандашом" [1] и "кистью" [2] можно получать различные узоры, примеры которых показаны на **рис. 1—4**.

Рис. 1

Рис. 3

Рис. 2

Рис. 4

Схема устройства показана на **рис. 5**. Его основа — повышающий преобразователь напряжения на блокинг-генераторе, собранном на транзисторе VT1 и трансформаторе T1. В исходном положении питающее напряжение на преобразователь не поступает, конденсатор C1 разряжен и светодиоды HL1—HL12 не горят. При нажатии на кнопку SB1 питающее напряжение поступает на блокинг-генератор, на коллекторе транзистора VT1 формируются импульсы напряжения, которые выпрямляет диод VD2, и конденсатор C1 быстро заряжается до напряжения 20...25 В. При отпускании кнопки к конденсатору C1 подключаются светодиоды HL1—HL12, которые на мгновение ярко вспыхивают, оставляя на матрице фотоаппарата "след". Конденсатор C1 быстро разряжается, и устройство вернётся в исходное состояние. Следующая вспышка света будет при нажатии на кнопку и последующем её отпускании. Резисторы R2 и R3 ограничивают ток через светодиоды.

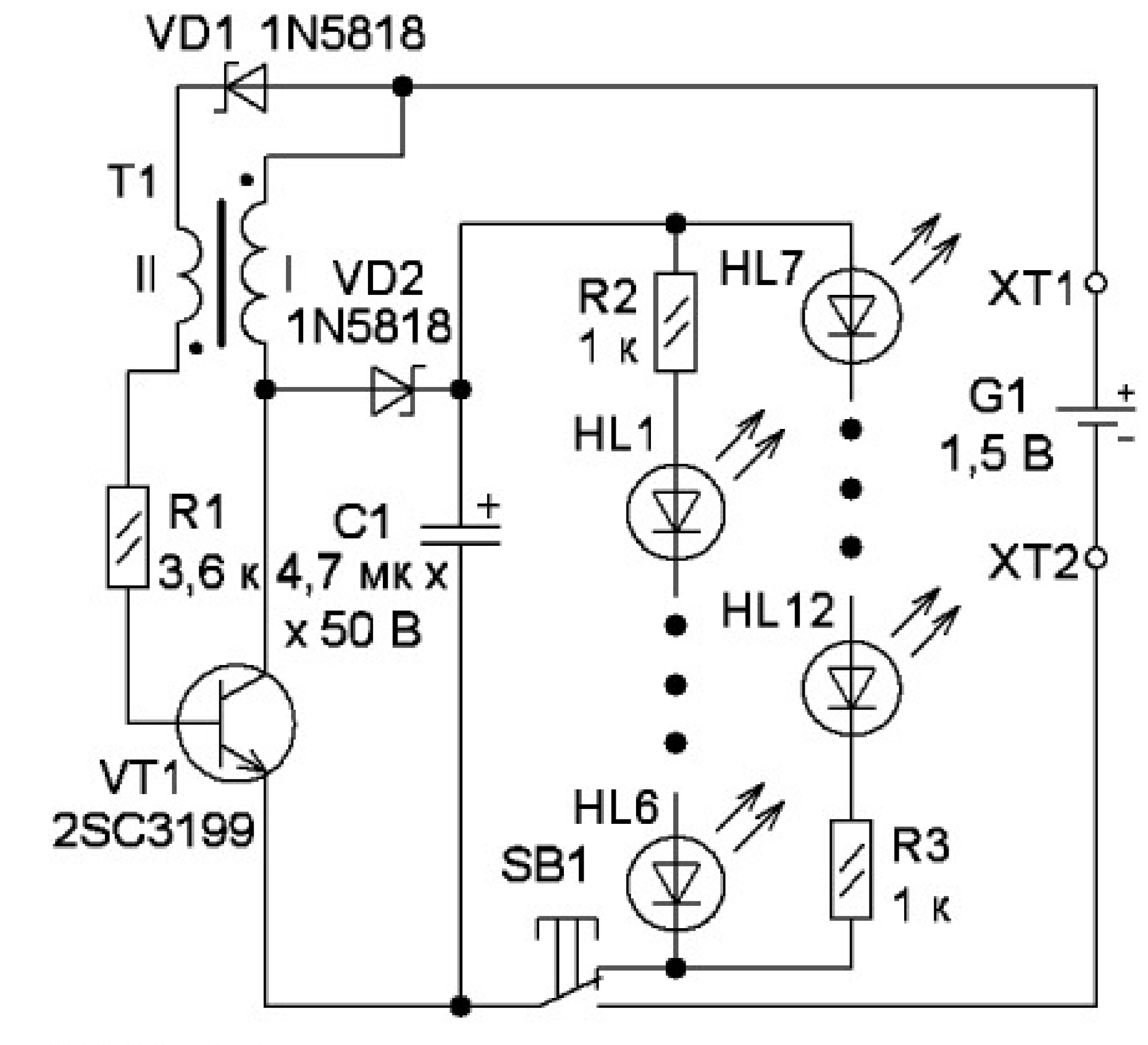


Рис. 5

Все элементы смонтированы на односторонней плате из фольгированного стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 6**. Часть элементов установлена на стороне, свободной от печатных проводников (**рис. 7**). Для установки светодиодов и возможности их оперативной смены применены панели от микросхем в корпусах типов DIP8 и DIP14 (по три штуки). В одну панель устанавливают два светодиода (по одному с каждой стороны). Для повышения удобства установки светодиодов гнёзда панелей можно промаркировать цветными метками: красной — для подключения анода, синей — катода. Резистор R1, диод VD1 и кнопку SB1 припаивают к печатным проводникам (**рис. 8**).

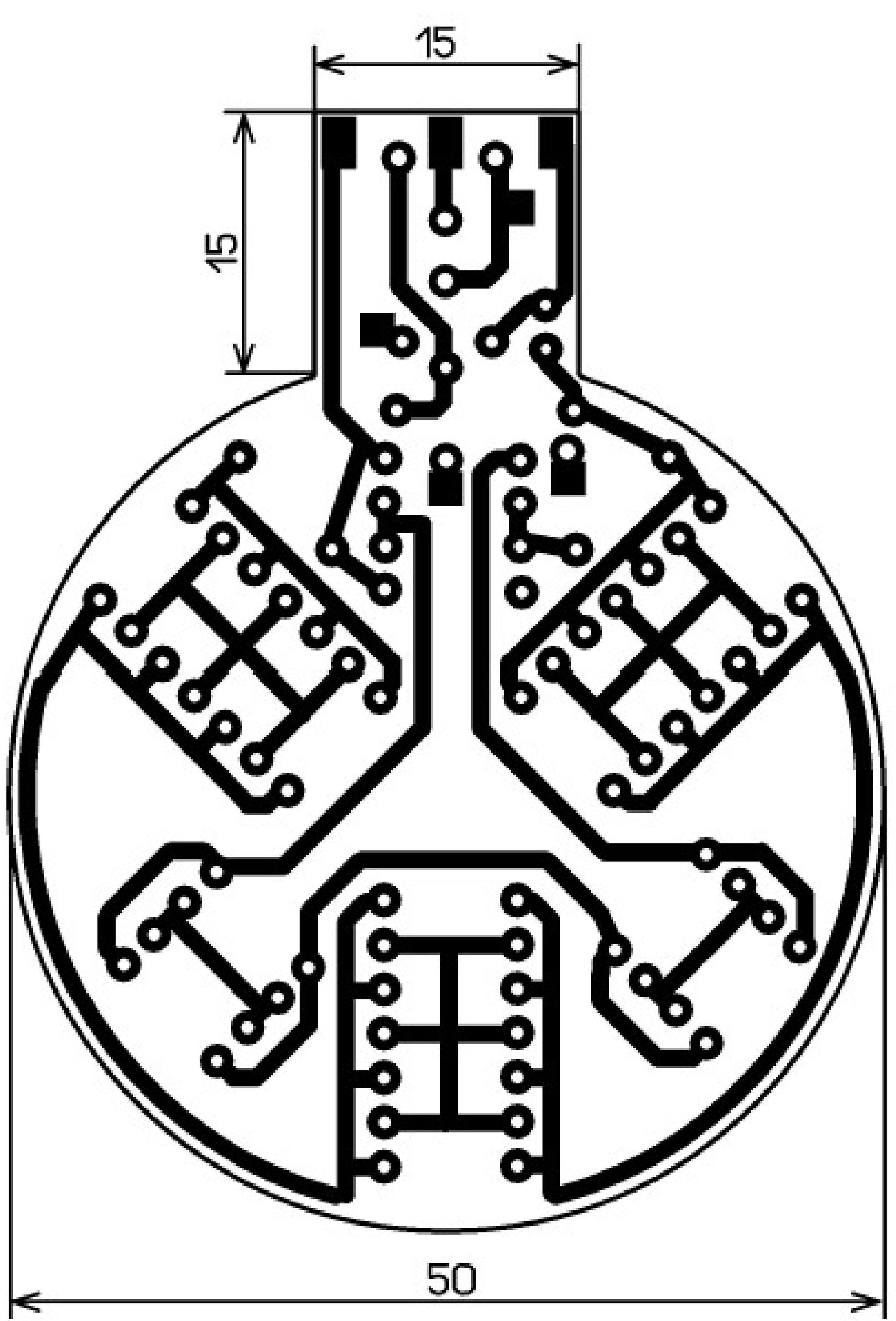


Рис. 6

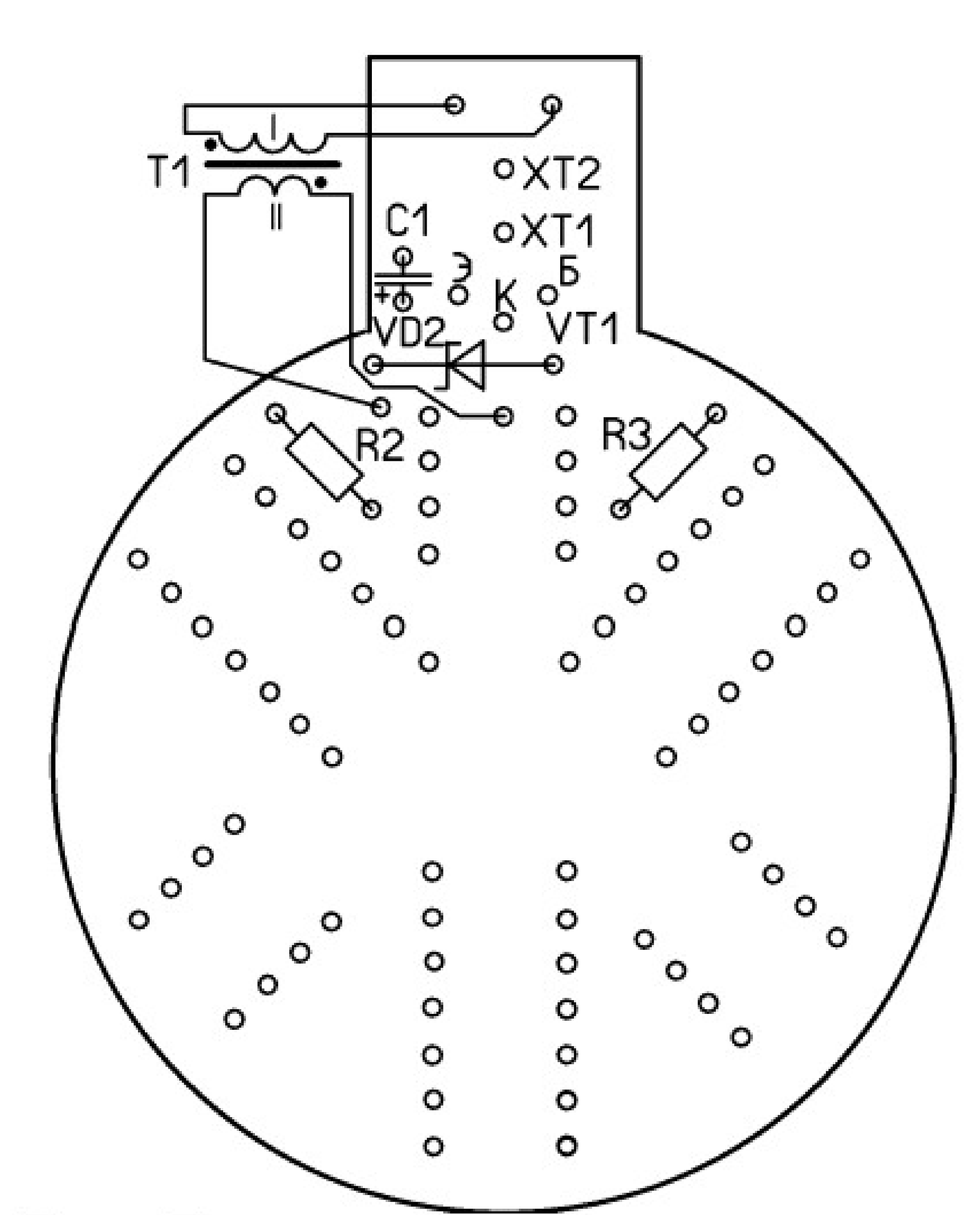


Рис. 7

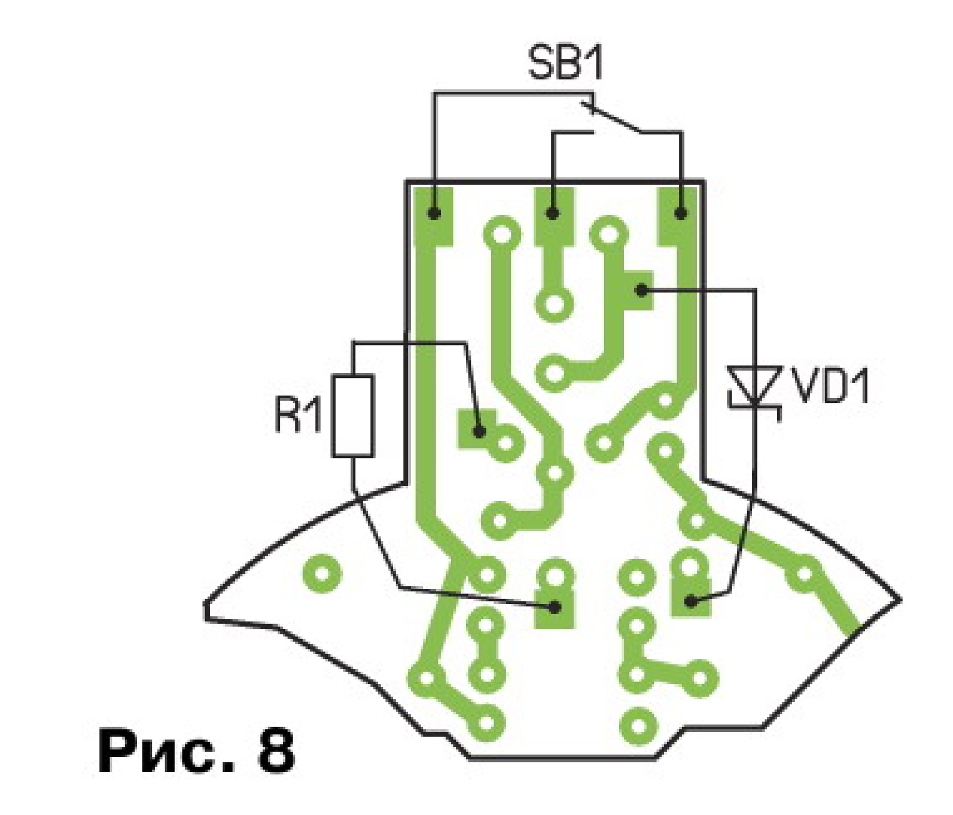


Рис. 8



Рис. 9

Применены резисторы МЛТ, С2-23, конденсатор — импортный. Транзистор 2SC3199 можно заменить транзисторами КТ315Б, КТ315В, КТ315Г, диоды Шотки 1N5818 — диодами 1N5817, 1N5819, Д310. Светодиоды —

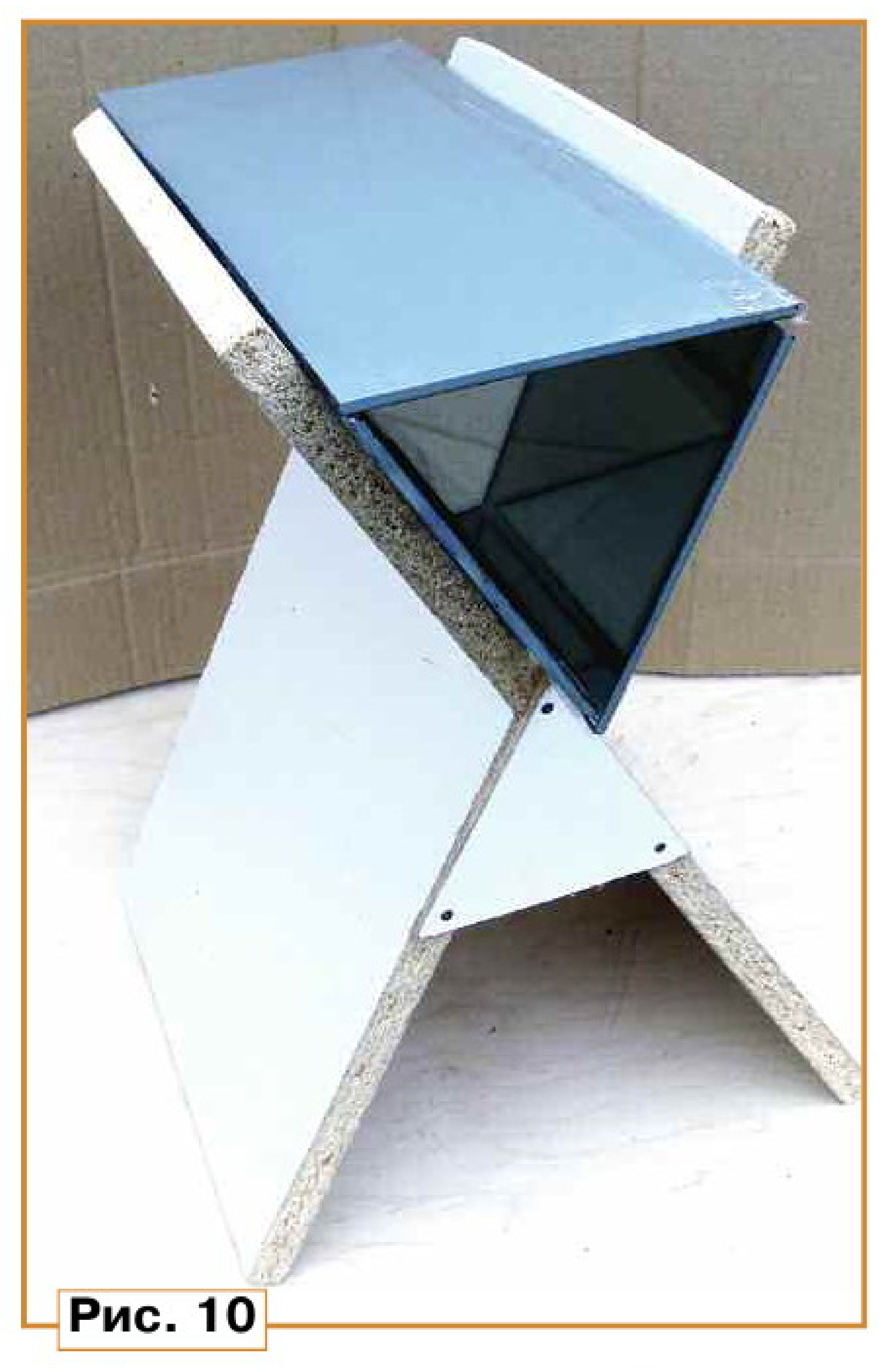


Рис. 10

любого света повышенной яркости свечения в прозрачных цилиндрических корпусах диаметром 3 — 10 мм. Кнопка — SM-03P. Трансформатор Т1 намотан вдвое сложенным проводом ПЭЛ 0,2 (20 витков) на кольцевом магнитопроводе из феррита проницаемостью 1000...2000 с внешним диаметром 7, внутренним 5,5 и толщиной 2 мм. Элемент питания — LR44, для его установки в отверстия платы припаяны держатели, изготовленные из стальной проволоки от канцелярских скрепок. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 9**.

Зеркальная призма (**рис. 10**) реализована в настольном варианте. Три прямоугольных отрезка зеркала шириной 10...15 и длиной 35...45 см скреплены полосками скотча в виде треугольной призмы, которая, в свою очередь уложена в Х-образное основание, изготовленное из обрезков ДСП. "Рисование" ведут в окрестностях плоскости основания призмы. Объектив фотоаппарата помещают с одной стороны призмы, "баллончик" — с другой.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамичев Д.** Светодиодный "карандаш" для фризлайта. — Радио, 2014, № 6, с. 47, 48.

2. **Мамичев Д.** Светодиодная "кисть" для фризлайта. — Радио, 2014, № 8, с. 48, 49.

Управляем "Волшебным за́мком" по Bluetooth

А. ПАХОМОВ, г. Владимир

Предлагаемая статья рассказывает об использовании беспроводного интерфейса Bluetooth для подачи команд управления устройством подсветки игрушечного "Волшебного за́мка" [1]. В качестве "пульта управления" теперь можно использовать не только компьютер, на котором запущена терминальная программа, но и любой смартфон с операционной системой Android. Устройство подсветки по-прежнему может работать как с постоянно хранящимися в его памяти, так и с дистанционно загружаемыми в неё программами световых эффектов.

В статье [1] описано несложное устройство подсветки игрушечного за́мка. Для организации дистанционного управления в нём использованы радиомодули диапазона 433 МГц. В качестве пульта управления применён компьютер, дополненный радиомодулем. Устройство можно модернизировать, заменив использованные в нём радиомодули недорогим Bluetooth-модулем. В этом случае пультом управления может стать практически любой "гаджет", оснащённый интерфейсом Bluetooth. На пути творческой мысли "светокомпозитора" устраняется неудобное препятствие в виде подключённого к ноутбуку радиоблока.

Интерфейс Bluetooth разработан как беспроводная альтернатива проводному интерфейсу RS-232. В настоящее время он широко применяется для организации взаимодействия различных радиоэлектронных устройств на небольших расстояниях. Однако приёмопередатчик Bluetooth очень трудно изготовить в радиолюбительских условиях. Но имеющиеся в продаже миниатюрные Bluetooth-модули промышленного производства делают легко решаемой задачу использования такого интерфейса в любительских разработках.

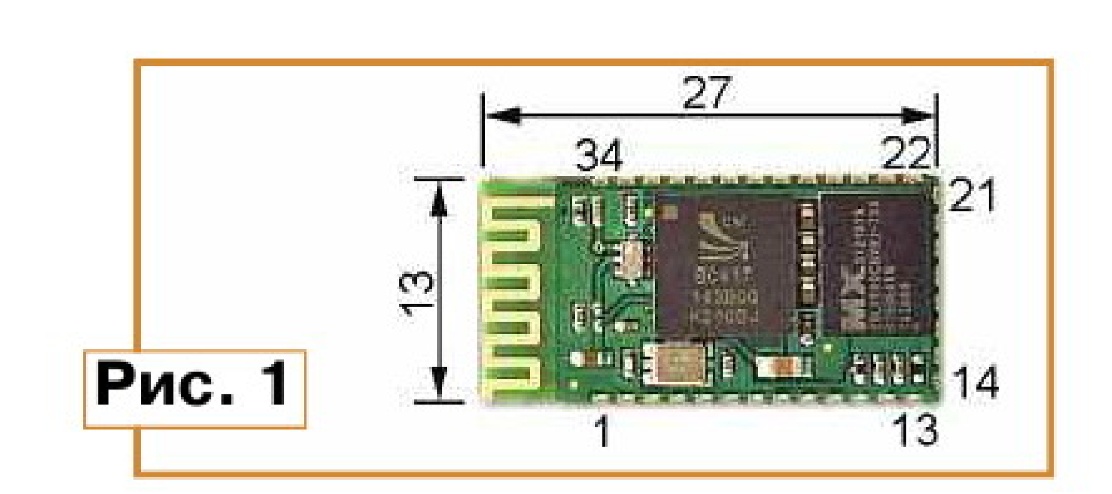


Рис. 1

Наиболее дёшев и прост в использовании модуль HC-06. Его описание можно найти в [2] — на китайском языке, но Google Chrome переводит вполне понятно, [3] — тоже на китайском, не поддаётся машинному переводу, но схемы подключения модуля понятны без перевода, [4] — на английском языке. Модуль представляет собой небольшую печатную плату с двумя микросхемами и печатной антенной. По периметру платы расположены контакты для подключения внешних цепей. Внешний вид модуля, его размеры и нумерация контактов показаны на **рис. 1**.

Самый простой вариант подключения модуля HC-06 к микроконтроллерной системе заключается в соединении его контактов 13 и 22 с общим проводом, контакта 1 (последовательного выхода TX) — с входом RXD микроконтроллера, а контакта 2 (последовательного входа RX) — с выходом TXD микроконтроллера. Остаётся подать на контакт 12 напряжение питания 3,3 В. Всё взаимодействие с радиосетью Bluetooth-модуль берёт на себя. Для контроля его состояния удобен контакт 24. На нём появляется непрерывный уровень логической единицы, когда связь установлена. Обычно сюда подключают светодиод.

По умолчанию последовательный интерфейс модуля настроен на скорость приёма и передачи информации 9600 Бод, посылку из стартового, восьми информационных без контроля чётности и одного стопового разрядов. Для большинства задач этого достаточ-

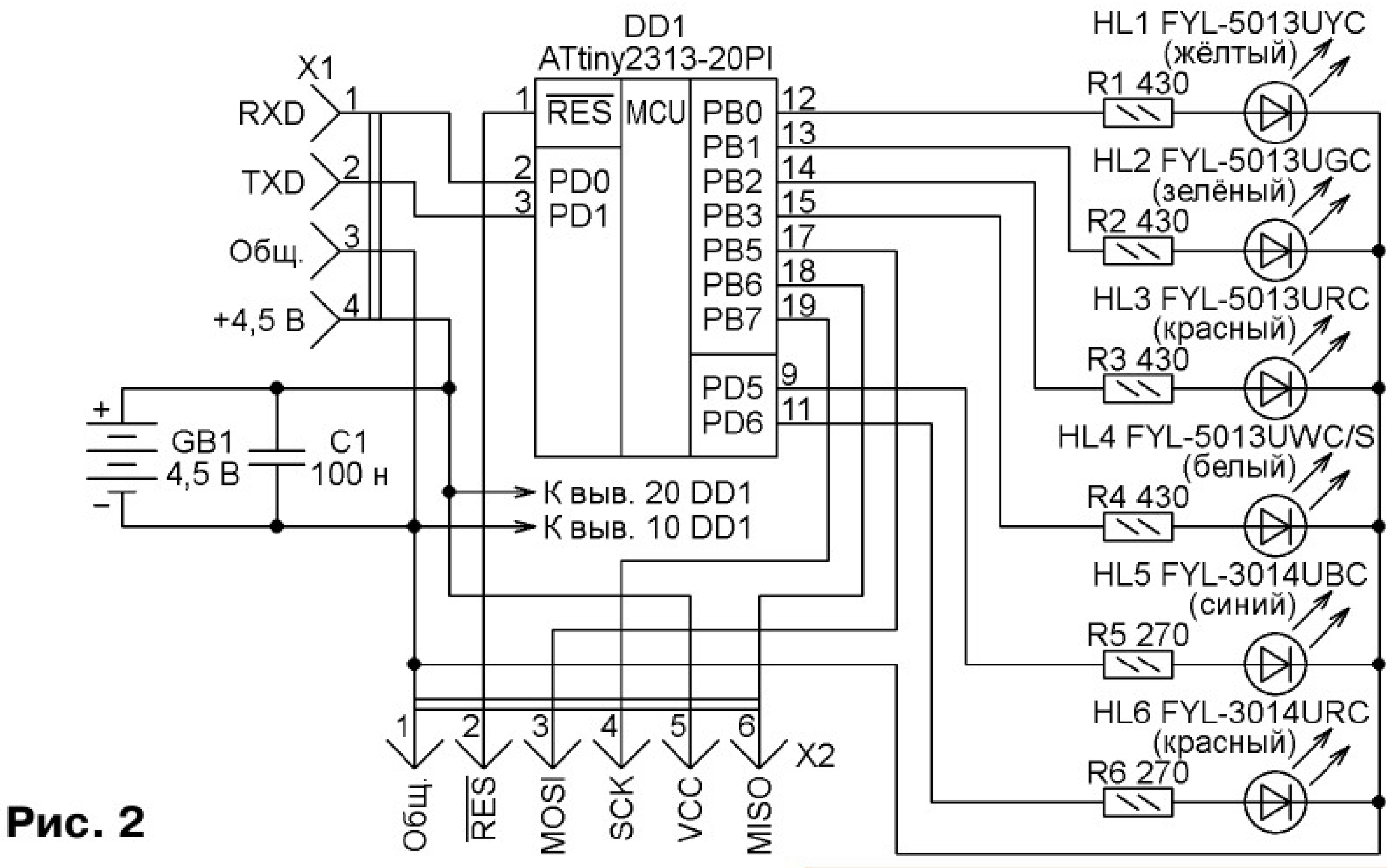


Рис. 2

Рис. 3

но, но при необходимости параметры можно изменить с помощью AT-команд.

Схема блока управления подсветкой за́мка показана на **рис. 2**. Она отличается от приведённой в [1] лишь увеличенным до четырёх числом контактов разъёма X1 и изменённым их назначением, а также наличием шестого канала подсветки (светодиода HL6). Его можно использовать, например, для подсветки звезды на одной из башен за́мка.

Вместо модуля приёмника диапазона 433 МГц к разъёму X1 присоединяют плату, собранную по схеме, показанной на **рис. 3**, где нумерация элементов продолжает начатую на рис. 2. Для получения напряжения 3,3 В, питающего Bluetooth-модуль HC-06 (U1), применён интегральный стабилизатор напряжения DA1. Ограничиться стабилитроном здесь не удаётся, поскольку во время установления соединения модуль U1 может потреблять ток до 50 мА. Светодиод HL7 мигает, пока соединение не установлено и светит непрерывно, когда оно действует.

Уровни входных и выходных логических сигналов модуля HC-06 соответствуют напряжению его питания. Но практика показала, что пониженного выходного уровня логической единицы модуля вполне достаточно для надёжного срабатывания входных цепей микроконтроллера, питающегося напряжением 4,5 В. Поэтому сигнал TX модуля подан непосредственно на вход RXD микроконтроллера. Но уровень логической единицы поступающего от микроконтроллера сигнала TXD значительно превышает напряжение питания модуля и может его повредить. Для понижения этого уровня до безопасного значения использован обычный резистивный делитель напряжения R7R8.

Питают устройство от батареи GB1 из трёх элементов AAA общим напряжением около 4,5 В. Выключателя питания нет. Его отключают извлечением одного элемента из держателя.

Печатные платы для устройства управления светодиодной подсветкой не разрабатывались. Оно собрано на двух фрагментах макетной платы навесным монтажом. Плата с микроконтроллером подобна использованной в [1]. Внешний вид второй платы, на которой смонтирован модуль HC-06, показан на **рис. 4**. Следует отметить, что в интернет-магазинах можно приобрести готовую плату с модулем HC-06 и разъёмом, функционально аналогичную описанной.

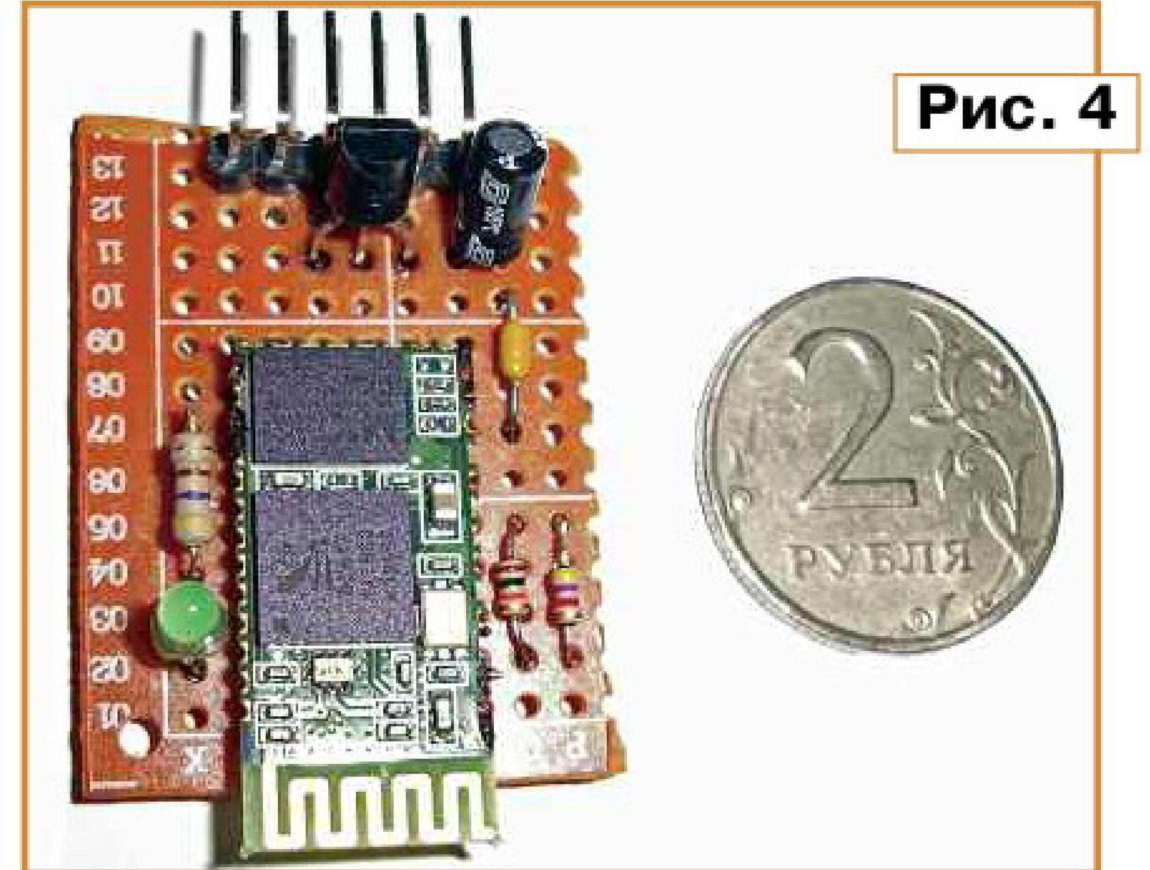


Рис. 4

Устройство подсветки в сборе изображено на **рис. 5**, рядом со смартфоном, с которого ведётся управление. Собственного корпуса оно не имеет и помещается внутрь подсвечиваемой игрушки, как это описано в [1].

При безошибочном монтаже цифровые устройства, как правило, не требуют налаживания. Но проверить микроконтроллерную плату на отсутствие ошибок и замыканий необходимо. Это рекомендуется делать в следующем порядке. Не устанавливая в панель микроконтроллер и не подключая к разъёму плату с Bluetooth-модулем, присоединяют к устройству держатель элементов питания и вставляют в него эти элементы. Проверяют наличие и полярность напряжения 4,5 В между гнёздами 10 и 20 панели микроконтроллера и на разъёме X1. Поочерёдно замыкая гнездо 20 панели микроконтроллера с её гнёздами 9, 11—15 через резистор сопротивлением 100 Ом, проверяют включение каждого светодиода.

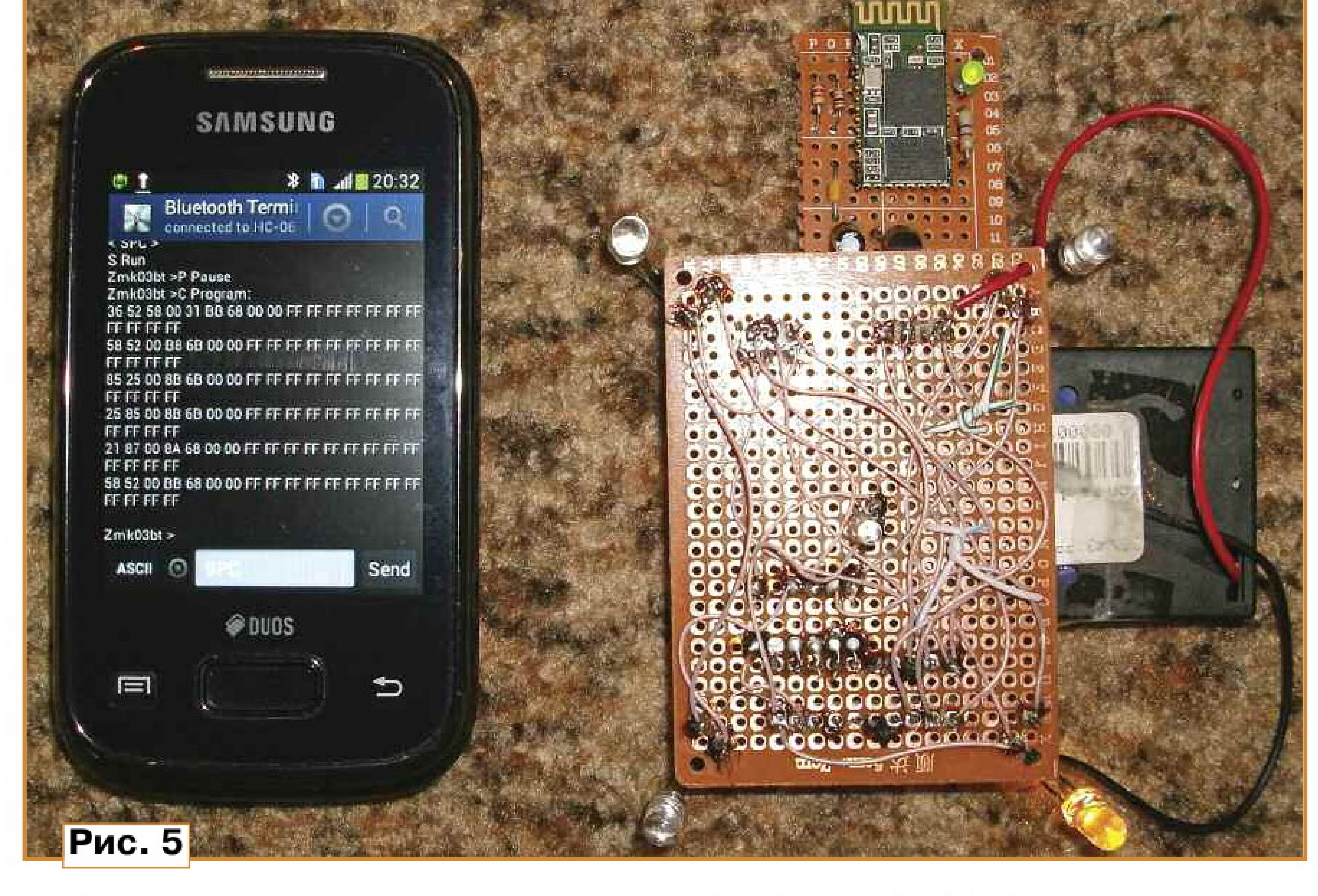


Рис. 5

После устранения выявленных дефектов можно, предварительно выключив питание, установить в панель запрограммированный микроконтроллер и подключить к разъёму Bluetooth-модуль. При включении питания устройство должно заработать.

Программа микроконтроллера DD1 подготовлена в среде разработки Algorithm Builder for AVR. Файл zmk03bt.hex следует загрузить в программную па-

мять микроконтроллера, а из файла EE_zmk03bt.hex — в его EEPROM. Конфигурация микроконтроллера должна быть запрограммирована в соответствии с **рис. 6**. Обратите внимание, что "галочками" на нём отмечены разряды, которые должны быть оставлены незапрограммированными.

☐ CKSEL0	☑ BODLEVEL1
☐ CKSEL1	☑ BODLEVEL2
☑ CKSEL2	☑ WDTON
☐ CKSEL3	☐ SPIEN
☐ SUT0	☑ EESAVE
☑ SUT1	☑ DWEN
☑ CKOUT	☑ SELFPRGEN
☑ CKDIV8	
☑ RSTDISBL	
☑ BODLEVEL0	

Рис. 6

В части управления светодиодами программа совпадает с описанной в [1], но отличается от неё организацией обмена информацией с внешним устройством (компьютером или смартфоном). Первыми после включения питания микроконтроллера выполняются программные процедуры инициализации узлов микроконтроллера. Линии PB0—PB3, PD5 и PD6 конфигурируются как выходы, а блок USART настраивается на работу со скоростью 4800 Бод, длиной посылки 8 разрядов без контроля чётности и с одним стоповым разрядом.

Как было отмечено выше, в исходном состоянии модуль HC-06 настроен на скорость приёма и передачи информации со скоростью 9600 Бод. Микроконтроллер DD1 успешно справляется с такой скоростью, когда принимает однобайтные команды управления. Но для загрузки световых эффектов в EEPROM эта скорость оказывается слишком большой, поскольку приём информации идёт без её промежуточного хранения (буферизации) в ОЗУ микроконтроллера. Там просто недостаточно для этого места. Чтобы избежать пропусков, достаточно понизить скорость до 4800 Бод.

Переключить Bluetooth-модуль на такую скорость можно с помощью AT-команды AT+BAUD3. Однако в памяти программ микроконтроллера ATtiny2313 недостаточно места для размещения такой процедуры вместе с основной программой. Поэтому специально разработана и приложена к статье программа hc06from9600to4800, предназначенная для перестройки модуля на скорость 4800 Бод. Её нужно временно загрузить в микроконтроллер и при подключённой плате с Bluetooth-модулем подать на устройство питание.

Программа проверит обмен информацией микроконтроллера с модулем HC-06 со скоростью 4800 Бод и, если всё нормально, включит светодиод HL1 и начнёт мигать светодиодом HL2. Если обмен со скоростью 4800 Бод не идёт, то программа попробует установить соединение на скорости 9600 Бод и при благоприятном исходе переключит скорость работы последовательного интерфейса модуля на 4800 Бод. В этом случае будут включены светодиоды HL2 и HL3, а светодиод HL4 станет мигать.

Если в итоге индикация иная, значит, модуль настроен неправильно либо неисправен. Полный перечень состояний светодиодов в результате работы программы hc06from9600to4800 приведён в **таблице**. При неудаче можно попробовать подключить модуль к компьютеру и воспользоваться для его настройки терминальной программой. Можно также разобраться в исходном тексте программы hc06from9600to4800 и, изменив его соответствующим образом, установить требуемый режим работы модуля HC-06.

ти программ микроконтроллера, так и в его EEPROM. Все скоростные параметры исполнения световых эффектов и число повторений каждого эффекта также отслеживаются в этой процедуре.

Рассмотрим принимаемые устройством команды. Почти все они (за исключением A и C) состоят из одного символа.

A — загрузка в EEPROM наборов световых эффектов. Команда и сопровождающая её информация подробно описаны в [1]. Формат кодов управления светодиодами оставлен без изменений, так что методика разработки набора световых эффектов сохранена почти полностью. Отличия небольшие — следующие за буквой A шесть шестнадцатеричных цифр не анализируются устройством и могут быть любыми, не требуется и дополнять подготовленный файл произвольными символами для достижения им необходимой длины.

№	HL1	HL2	HL3	HL4	Комментарий
1	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	При подаче питания все светодиоды включаются приблизительно на секунду
2	Вкл.	Мигает	Выкл.	Выкл.	Всё в порядке, была и осталась скорость 4800 Бод
3	Выкл.	Вкл.	Вкл.	Мигает	Всё в порядке, была скорость 9600 Бод, стала 4800 Бод
4	Выкл.	Выкл.	Вкл.	Выкл.	ПЛОХО: не было ответа на скорости 4800 Бод, переключение на 9600 Бод положительного результата не дало
5	Выкл.	Вкл.	Вкл.	Выкл.	ПЛОХО: не было ответа на скорости 4800 Бод, после переключения на 9600 Бод получен ответ OK, но в ответ на команду AT+BAUD3 (установить 4800 Бод) OK не получено

К статье прилагается также программа hc06from4800to9600, которая возвращает модулю HC-06 исходную скорость обмена 9600 Бод и может пригодиться читателям, которые захотят использовать в других конструкциях модуль, работающий в устройстве управления подсветкой.

По окончании настройки Bluetooth-модуля не забудьте вернуть в микроконтроллер рабочую программу. После инициализации микроконтроллера она производит опрос наличия принятой информации в буфере приёмника USART. Каждый принятый байт "эхом" отсылает обратно. В зависимости от значения этого байта программа выполняет соответствующую команду, в том числе и загрузку новой программы управления светодиодами в EEPROM.

Собственно управление светодиодами происходит в процедуре обработки запросов прерываний от таймера 0 микроконтроллера. Период повторения прерываний 625 мкс позволяет реализовать широтно-импульсное управление питанием светодиодов, не используя ШИМ-контроллер.

Смена режима управления подсветкой за́мка проходит при обработке каждого шестнадцатого прерывания от таймера с помощью отдельной процедуры. В ней же перебираются программы световых эффектов, хранящиеся как в памяти программ микроконтроллера, так и в его EEPROM.

B — запрос текущего состояния устройства. В ответ на него оно посылает строку "Mode: XX", где XX может принимать следующие значения: 00 — исполняемый в момент приёма команды световой эффект бесконечно повторяется; 01 — поочерёдно исполняются все световые эффекты, хранящиеся в памяти программ микроконтроллера и в его EEPROM; 02 — поочерёдно исполняются эффекты только из памяти программ; 03 — поочерёдно исполняются световые эффекты только из EEPROM.

C — в ответ на эту команду возвращается содержимое EEPROM микроконтроллера (шесть строк по 20 байтов). Это позволяет прочитать коды загруженных в EEPROM световых эффектов. Далее их можно скопировать в текстовый редактор, внести необходимые изменения, дополнить преамбулой (как подробно описано в [1]) и снова загрузить в EEPROM по команде A.

N — переключение режима. Включается следующий режим работы, код нового режима (такой же, как в команде B) возвращается в ответ на команду.

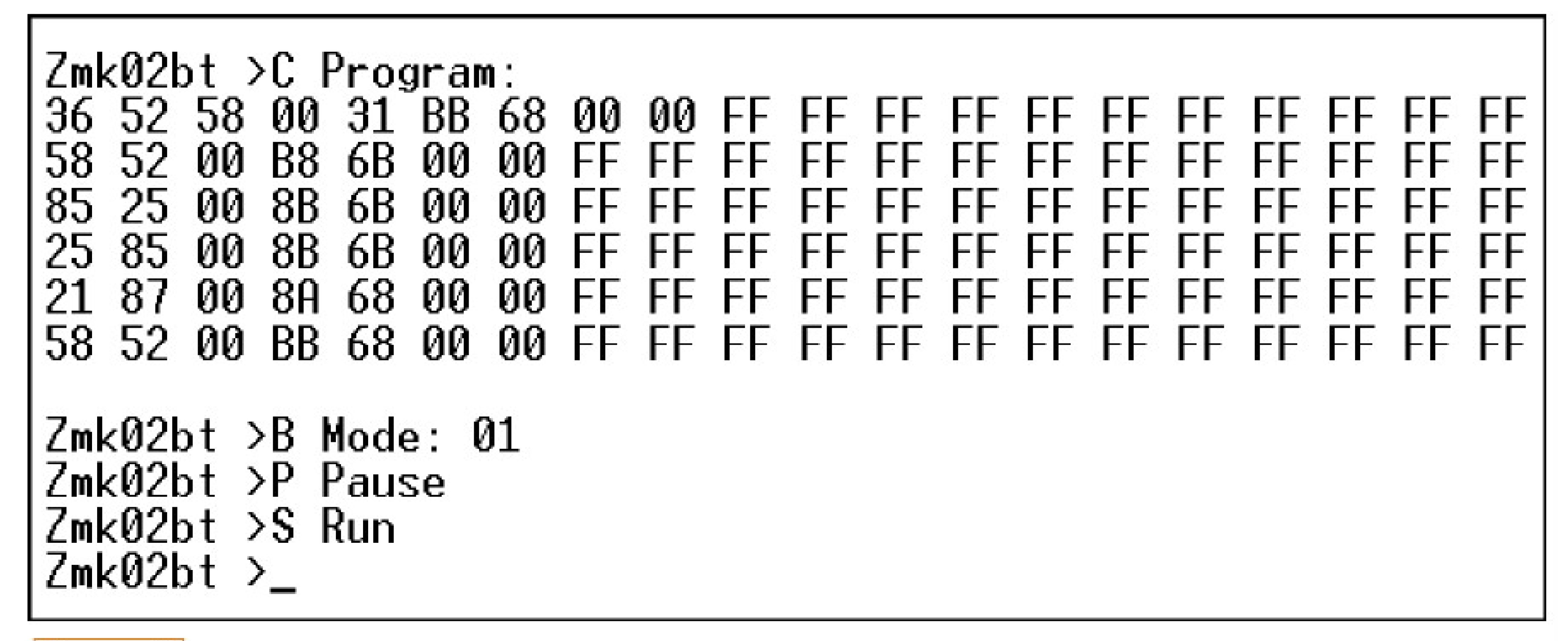
O — гашение всех светодиодов. В ответ на команду передаётся строка OFF.

P — остановка исполнения эффекта. Светодиоды "застывают" в одном состоянии. В ответ на команду передаётся строка "Pause".

S — запуск исполнения светового эффекта. В ответ на команду передаётся строка "Run".

1—6 — переключение состояния соответствующего светодиода. Указанный командой светодиод HL1—HL6 включается, если был выключен, или выключается, если был включён. В ответ на команду передаётся строка Channel: XX, где XX — шестнадцатеричное число, значение каждого разряда двоичного представления которого соответствует состоянию светодиода, номер которого на единицу больше номера разряда (начиная с младшего нулевого). Единица в разряде означает, что светодиод включён, ноль — выключен.

Все остальные символы игнорируются. После исполнения любой команды устройство посылает строку "Zmk03bt >", приглашающую к вводу следующей команды.



```
Zmk02bt >C Program:
36 52 58 00 31 BB 68 00 00 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
58 52 00 B8 6B 00 00 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
85 25 00 8B 6B 00 00 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
25 85 00 8B 6B 00 00 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
21 87 00 8A 68 00 00 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
58 52 00 BB 68 00 00 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF

Zmk02bt >B Mode: 01
Zmk02bt >P Pause
Zmk02bt >S Run
Zmk02bt >_
```

Рис. 7

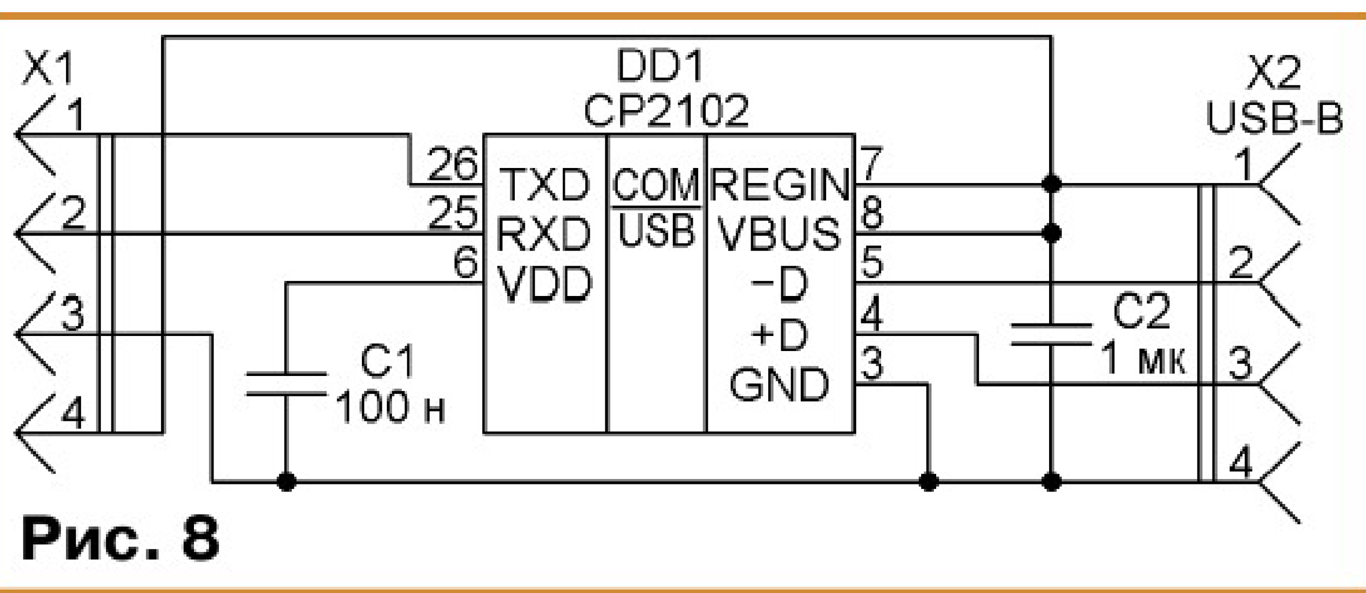


Рис. 8

Работа с устройством и терминальной программой

После подачи питания устройство начинает исполнять световые эффекты, хранящиеся в памяти программ и в EEPROM микроконтроллера. Память программ содержит набор из пяти световых эффектов: резкое переключение светодиодов от HL1 до HL4 и обратно, плавное переключение этих же светодиодов в прямом направлении, такое же обратное переключение, одновременное плавное мигание всех светодиодов. В EEPROM в исходном состоянии загружены два световых эффекта: поочерёдное ступенчатое изменение яркости всех светодиодов и быстрое мигание всех светодиодов. Набор эффектов в EEPROM можно изменить командой A.

Во время исполнения устройством световых эффектов его Bluetooth-модуль работает в режиме ожидания установления соединения. Это показывает мигание светодиода HL7.

Чтобы связаться с устройством управления подсветкой, на смартфоне включают режим обнаружения Bluetooth-устройств. В списке найденных должно появиться устройство с именем "HC-06". Далее потребуется ввести пароль (по умолчанию для HC-06 это цифры "1234"). Используя смартфон и планшет с операционной системой Android, команды можно подавать с помощью любой из нескольких десятков терминальных программ для Bluetooth, имеющихся на Google Play. Мне наиболее понравились следующие:

Terminal for Bluetooth (URL: **https://play.google.com/store/apps/details?id=nextprototypes.bluetoothterminal**) — хорошо работает с буфером, позволяет сохранять наработанное в файле (именно эта программа запущена на смартфоне на фото рис. 5);

S2 Terminal for Bluetooth Free (URL: **https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.side2.apps.btterm**) — имеется функция передачи файла, но... за деньги;

Bluetooth Serial Port Terminal (URL: **https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ucconnect.ucbtadapter_hex**) — есть файловый менеджер и текстовый редактор.

Для установления соединения устройства управления подсветкой с настольным компьютером или ноутбуком нужно воспользоваться настройками Bluetooth на панели управления его операционной системы. После установления соединения следует запустить терминальную программу (в Windows XP она входит в комплект поставки, для других ОС нужно установить любую из бесплатных), сообщив ей номер образованного в результате установления соединения по Bluetooth виртуального COM-порта. Номер и параметры этого порта можно увидеть в свойствах Bluetooth-соединения.

Об успешно установленном соединении сигнализирует непрерывное свечение светодиода HL7 на плате с Bluetooth-модулем. Теперь в терминальной программе можно вводить описанные выше команды и получать ответы на них. Пример протокола работы терминальной программы представлен на **рис. 7**.

Особенность команды A в том, что её не нужно вводить с клавиатуры. Этот символ должен содержаться в начале текстового файла подготовленной с помощью текстового редактора программы световых эффектов. Поэтому, например, в программе HyperTerminal (Windows XP) нужно воспользоваться пунктом "Отправить текстовый файл..." в меню "Передача", указав подготовленный, как описано в [1], текстовый файл. На смартфоне придётся скопировать содержимое подготовленного файла в буфер обмена, а затем вставить содержимое буфера в поле ввода терминальной программы.

На этапе отладки устройства или модификации программы микроконтроллера удобно, отказавшись от Bluetooth, воспользоваться прямым подключением устройства к USB-порту компьютера стандартным кабелем. Для этого вместо платы с Bluetooth-модулем к разъёму X1 основной платы подключают переходник, схема которого показана на **рис. 8**. Такое подключение удобно ещё и тем, что не требует установки элементов питания в устройство (питание поступает от компьютера). Для установления связи с устройством точно так же, как было описано ранее, используется терминальная программа, например, для Windows XP — HyperTerminal.

В заключение нужно сказать, что описанное устройство способно доставить творческое удовольствие, прежде всего, детям. Им, да и взрослым, будет интересно придумать свою композицию "бегущих огней", а затем в течение пары минут воплотить её в реальность и увидеть своими глазами. Причём для создания новой композиции достаточно обычного смартфона.

ЛИТЕРАТУРА

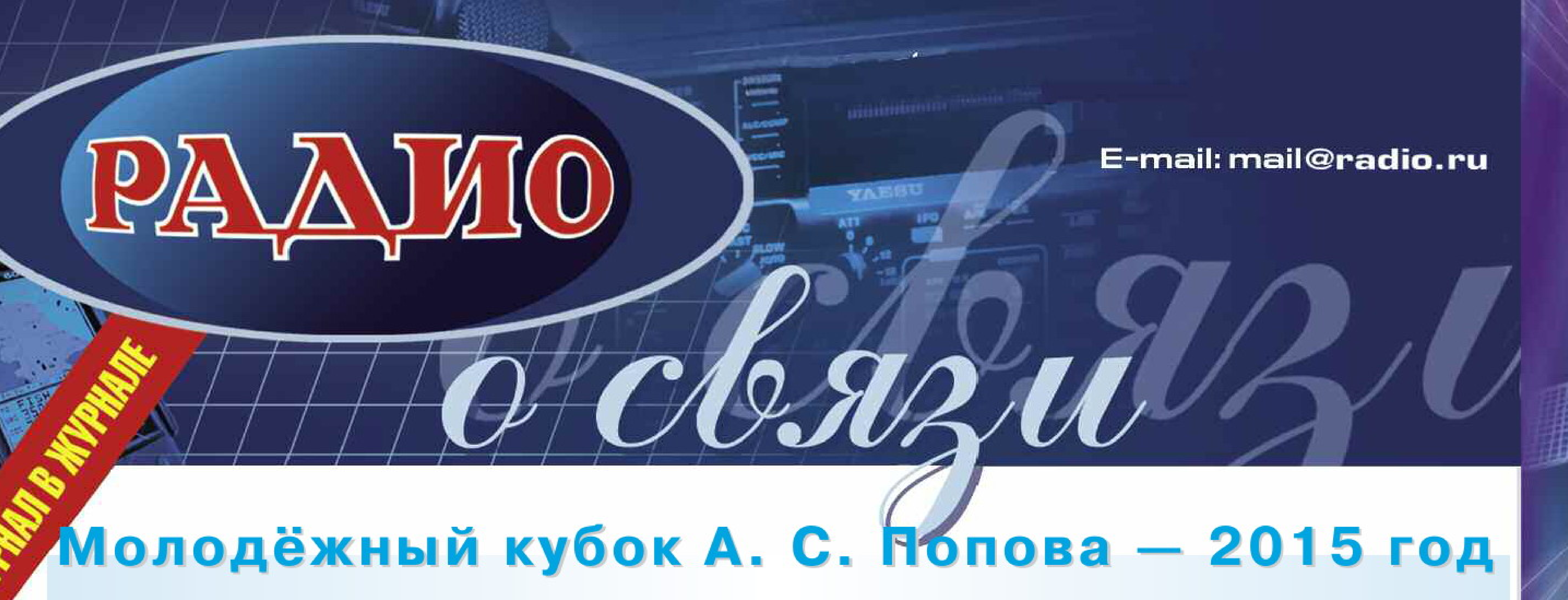
1. **Пахомов А.** "Волшебный за́мок", управляемый по радио. — Радио, 2014, № 11, с. 50—53.

2. HC-06 Bluetooth module. — URL: **http://www.wavesen.com/probig.asp?id=24** (10.04.15).

3. 州汇承信息科技有限公司. — URL: **http://www.wavesen.com/mysys/db_picture/news3/20141016121031101.pdf** (10.04.15).

4. HC-06 Module Data Sheet. — URL: **http://silabs.org.ua/bc4/hc06.pdf** (10.04.15).

***От редакции**. Программы для микроконтроллера имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/06/zamok-bt.zip** на нашем FTP-сервере.*



Молодёжный кубок А. С. Попова — 2015 год

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Соревнования молодых коротковолновиков не относятся к числу "массовых мероприятий". К сожалению, число молодёжных коллективных радиостанций в стране и число подростков, имеющих личные радиостанции, не велико. В некоторых соревнованиях, как, например, в Молодёжном кубке А. С. Попова, допускается участие и взрослых спортсменов (в отдельных зачётных группах), но обычно число взрослых, желающих своей активностью поддержать молодёжь и, тем самым, повысить их спортивные результаты, пока незначительно...



Анастасия Клеймёнова (RA3SAE).

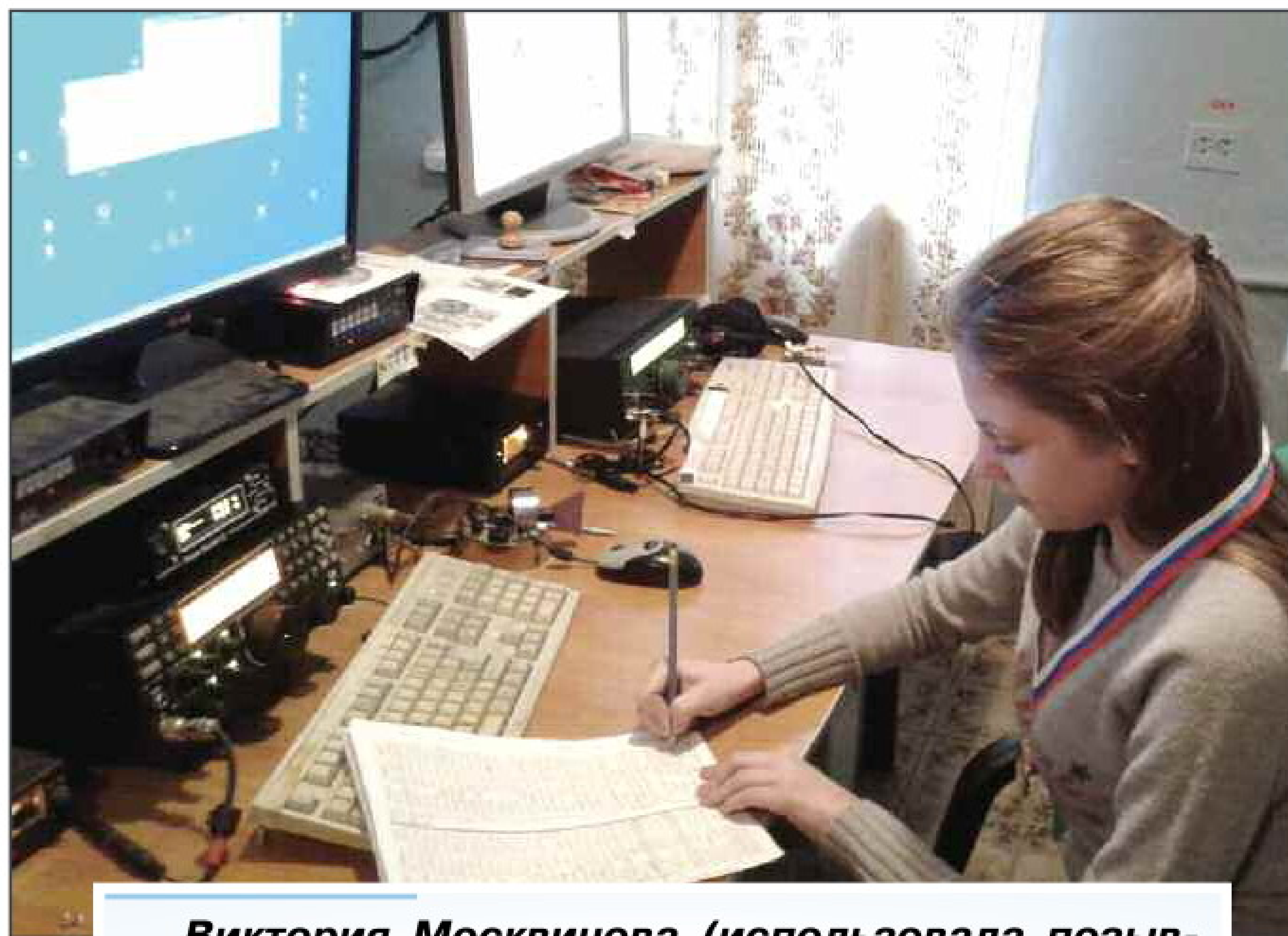
В этом году в наших соревнованиях приняли участие 39 команд из 30 регионов страны и десять спортсменов, выступавших индивидуально. Это несколько меньше, чем в молодёжном первенстве страны, но оно и понятно — там есть дополнительные стимулы для участия. Всё-таки, во-первых, это первенство страны, и, во-вторых, в нём есть присвоение спортивных разрядов. В этом году мы планируем включить наши соревнования в Единый календарный план соревнований по радиоспорту. Предварительная договорённость с Союзом радиолюбителей России о проработке этого вопроса имеется. А это значит, что также появятся дополнительные стимулы для молодых спортсменов для участия в наших соревнованиях.

Но этот шаг потребует и некоторой работы со стороны организаторов. Один из вопросов — отказ от принятия к зачёту бумажных отчётов. Это позволит заметно сократить время, необходимое для судейства соревнований. Дело в том, что бумажные отчёты (хотя их в настоящее время и немного) приходят по обычной почте с заметной задержкой после окончания соревнований и, кроме того, требуют некоторого времени для перевода их в форму, приемлемую для машинной обработки. Этот отказ может немного уменьшить число традиционных команд-участниц, но, скорее всего, компенсируется общим ростом числа участников.

Несомненно, требует внимательного рассмотрения и положение о соревнованиях. Оно, по существу, не изменялось уже долгие годы. Например, оно допускает работу на диапазоне 80 метров, но большинство участников его не используют из-за крайне низкой активности на нём. Хотя некоторым удаётся



Команда RZ9AWA — Салават Исенгильдин, Артём Горовенко и Сергей Сухоплюев.



Виктория Москвинова (использовала позывной RT7T).

всё же провести на нём несколько связей и заработать дополнительные очки "за страны". Может быть, пришло время несколько изменить и программу соревнований — здесь тоже есть над чем подумать...

Среди индивидуальных участников Молодёжного кубка А. С. Попова в этом году лучшей была Анастасия Клеймёнова (RA3SAE) из села Токарево Касимовского района Рязанской области. Анастасия занимается радиоспортом с шести лет (сейчас ей 14 лет). Начала с того, что наблюдала, как её дедушка (RA3SI) работает в эфире из дома. Затем дедушка создал Юношеский радиоклуб "Мечта", который в настоящий момент относится к Гусевскому РДДТ, и она стала посещать там занятия. А затем началась работа на коллективной радиостанции RK3SWS, участие во многих соревнованиях. Через некоторое время, когда появился опыт работы, Анастасия решила подать документы на личный позывной. В марте 2013 г. в эфире зазвучал позывной RA3SAE.

Прошлогодний победитель этих соревнований Артём Артюшкин (RN9T) на этот раз был вторым. На третьем месте — Виктория Москвинова из города Георгиевска Ставропольского края, работавшая позывным RT7T.

Среди команд коллективных радиостанций на первое место в этом году вышел коллектив радиостанции RZ9AWA Центра развития детей и юношества города Пласт Челябинской области (творческое объединение "Радиосвязь на КВ"). В составе этой команды выступали Салават Исенгильдин, Артём Горовенко и Сергей Сухоплюев. Салават и Артём занимаются в кружке уже третий год (оба — кандидаты в мастера спорта), а Сергей пока делает только первые шаги в контестинге.

На втором месте в этой группе — команда радиостанции RM3X Медынского Дома детского творчества Калужской области, в составе которой выступали Даниил Кадеев, Диана Моисеева и Андрей Самцов. На третье место вышла команда радиостанции RK4SWF Центра детского (юношеского) технического творчества города Волжск Республики Марий Эл. В неё входили Евгений Шматенко и Игорь Пасякин.

У поддерживавших молодёжь в этих соревнованиях взрослых участников лучшими были Владимир Слепынцев (RZ3WQ) из города Рыльска Курской области и команда радиостанции RZ4S из Республики Марий Эл.

Технические результаты всех участников приведены в **таблицах** по группам: занятое место, позывной, число связей, число очков за связи, число очков за страны, результат.

"ПОБЕДА-70"

Радиолюбительский мемориал "Победа-70", организованный СРР и журналом "Радио", прошёл на высоком уровне. Его итоги будут подведены в ближайшее время, но даже по неполным данным условия памятных дипломов выполнили уже более 6000 радиолюбителей из разных стран мира.

Вот некоторые отклики о мемориале, поступившие в адрес его организаторов из Словакии, Франции и Голландии.

"Дорогие друзья! Я приветствую вас в день 70-летия победы над фашизмом. Желаю вам и вашему народу здоровья, счастья, мира и благодарю вас за то, что сегодня я могу жить в мире. Спасибо за предоставленную возможность участвовать в мемориале и получить его дипломы. Я очень рад, что мне удалось это сделать. — Мирослав (OM8AMF)".

"Bonjour — Dobryi den! Примите мои поздравления в связи с мемориалом "Победа-70" — очень хорошая организация и очень хорошие операторы мемориальных радиостанций RP70 из России. Очень рад принять участие в праздновании этого события. Я выполнил условия трёх мемориальных дипломов. Spasibo — Merci Long live the Russia / Slava Rossiya! — Фил (F6DDR)".

"С третьего мая я начал работать в мемориале "Победа-70" и на данный момент уже провёл 370 связей по его программе, выполнив условия трёх мемориальных дипломов. Я хотел бы выразить своё уважение и поздравления всем участникам, а также всем тем, кто организовал этот мемориал. — Ламмерт (PA1NL)".

JR SINGLE-OP

1	RA3SAE	160	480	50	530
2	RN9T	146	438	70	508
3	RT7T	150	450	50	500
4	RK3WWZ	131	393	60	453
5	R3DCB	95	285	40	325
6	RK3FWD	86	258	40	298
7	RC6HB	50	150	40	190
8	RK6D	47	141	40	181
9	RK3EWW	30	90	40	130
10	RC3D	18	54	20	74

JR MULTI-OP

1	RZ9AWA	189	567	60	627
2	RM3X	181	543	70	613
3	RK4SWF	184	552	50	602
4	RO9T	162	486	70	556
5	UN8LWZ	163	489	40	529
6	RZ5Z	151	453	60	513
7	R7GV	155	465	40	505
8	RK4W	146	438	60	498
9	UD3D	145	435	60	495
10	RK4HYT	147	441	50	491
11	RU9CXM	146	438	50	488
12	RC9FC	133	399	60	459
13	RZ3TZZ	133	399	50	449
14	RK3DXW	128	384	50	434
15	RK9CYA	124	372	60	432
16	RK3IXB	115	345	40	385
17	RK3FWE	102	306	50	356
18	RO4S	100	300	50	350
19	RL9M	98	294	50	344
20	RK3G	94	282	40	322
21	RC1QA	88	264	50	314
22	RK6HWP	84	252	40	292
23	RK3ZWZ	82	246	40	286
24	RK9YWW	82	246	30	276
25	R3RA	69	207	50	257
26	R3MAI	72	216	40	256
27	RC9MAA	64	192	50	242
28	R6BW	67	201	40	241
29	RK9MXW	58	174	60	234
30	RZ6LWY	54	162	40	202
31	RK9MWO	46	138	60	198
32	RK4CYW	47	141	40	181
33	RK6HXA	46	138	40	178
34	RK3VXL	43	129	40	169
35	RZ3DZI	40	120	40	160
36	RK3DWE	45	135	10	145
37	RK0AZC	28	84	30	114
38	RK7KB	21	63	30	93
39	RK3WWA	23	69	20	89

OM SINGLE-OP

1	RZ3WQ	80	240	40	280
2	R2DGO	73	219	10	229
3	UA4WEF	59	177	50	227
4	RC3C	28	84	30	114

OM MULTI-OP

1	RZ4S	109	327	60	387
2	RK1A	48	144	40	184

SWL

1	R6H-25	16	44	0	44
2	R6H-58	11	29	0	29
3	R6H-23	11	29	0	29
4	R6H-59	9	25	0	25

CHECKLOG

RL5D



Съезд СРР принял изменения в Устав Союза

Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA), г. Коломна Московской обл.

В апреле в Подмосковье состоялся V (отчётный) съезд Союза радиолюбителей России. Съезд носил исключительно рабочий характер. В его работе приняли участие 63 делегата из 46 региональных отделений Союза. Съезд принял поправки в Устав СРР, необходимость которых была обусловлена новой редакцией Гражданского кодекса РФ и иных нормативных актов.

Активную работу по подготовке проекта Устава провели РО СРР по Самарской области и Московское областное отделение СРР, а непосредственно на съезде — делегат от РО СРР по Калужской области Ирина Чёрная (RU3XY).

Основным изменением в Уставе станет введение должности исполнительного директора Союза (единоличный исполнительный орган), в ведении которого находится вся финансово-хозяйственная деятельность. При этом президент СРР от финансово-хозяйственной деятельности освобождается — он сосредоточится на работе по достижению целей и задач Союза. Должность исполнительного директора по решению руководящих органов может быть введена и в подразделениях Союза (региональных и местных отделениях), являющихся юридическими лицами.

Аплодисментами встретили участники съезда сообщение о том, что в его работе впервые принимают участие делегаты, представляющие РО СРР по Республике Крым и г. Севастополю. Делегат от РО СРР по г. Севастополю Максим Рецерь (UA7R) выступил с сообщением, в котором рассказал о работе, проводимой региональным отделением.

Съезд принял Постановление, в котором отчётный доклад президента СРР был принят к сведению, а работа президиума СРР за отчётный период была признана удовлетворительной.

Были утверждены акты ревизии финансово-хозяйственной и уставной деятельности Общероссийской общественной организации радиоспорта и радиолюбительства "Союз радиолюбителей России" за 2013 г. и 2014 г.

Был одобрен проект изменений и дополнений в Устав Союза радиолюбителей России. Президиум СРР был уполномочен на учёт и устранение замечаний Минюста России к Уставу СРР с изменениями и дополнениями.

Президенту и президиуму Союза радиолюбителей России были даны следующие поручения:

— доработать текст изменений и дополнений в Устав СРР с учётом требований Минюста России (в том числе полное название организации, согласованное с Минспортом России, при условии сохранения в названии текста "Союз радиолюбителей России");

— в связи с истечением срока аккредитации СРР, как спортивной федерации по виду спорта "радиоспорт", провести работу и передать в Минспорта России необходимую документацию для продления срока аккредитации на следующий период;

— при подготовке положений мемориала "Победа" осуществлять взаимодействие с национальными радиолюбительскими организациями других стран, изъявившими желание участвовать в работе по организации и проведению мемориала;

— во взаимодействии с Роскомнадзором усилить общественный контроль за соблюдением этики работы в эфире;

— во взаимодействии с органами государственной власти продолжить работу по совершенствованию нормативных актов в сфере любительской службы связи.



Президиум съезда — RA5DU, RW3RN, R5AA и UA3AHA. Выступает RA4AR.

Руководителям и советам региональных отделений СРР было поручено:

— активизировать работу по вовлечению в члены Союза и в деятельность организации большее число радиолюбителей, в особенности тех, кто получает радиолюбительскую лицензию впервые;

— региональным отделениям СРР, не прошедшим аккредитацию в качестве региональных спортивных федераций, завершить процесс аккредитации;

— усилить взаимодействие со структурными подразделениями МЧС, а также органами управления в области образования;

— уделить особое внимание оказанию помощи и поддержке коллективам радиолюбителей, активно воспитывающим молодых радиооператоров и радиоспортсменов, добиться представительства каждого регионального отделения СРР в первенствах России по радиоспорту.

Помимо вопросов, составлявших официальную повестку дня, была решена масса текущих вопросов, поскольку в работе съезда приняли участие практически все активисты Союза и члены президиума.

Так было решено проводить традиционный "Домодедовский фестиваль" один раз в два года (когда нет съезда СРР). Таким образом, ближайший фестиваль состоится в 2016 г.

Была составлена "дорожная карта" по привлечению молодёжи к участию в очных соревнованиях и, прежде всего, к ОЗЧР КВ 2015 г.

Был одобрен новый сайт СРР и достигнута договорённость о формировании из руководителей комитетов при президиуме СРР команды, использующей сайт для информирования радиолюбителей о работе по своим направлениям деятельности.

На съезде прошло награждение значками "Почётный член СРР", "Почётный радист" и грамотами Роскомнадзора. Минутой молчания его участники почтили память Александра Пашкова (UA9OA).

Молодёжное первенство России 2015 года

Анатолий ПОЛЕВИК (RC9O), г. Новосибирск

Этот рассказ — об участии в молодёжном первенстве страны двух юных спортсменов из Новосибирска Алексея Полевика (ученик 4-го класса) и Егора Морозова (ученик 5-го класса).

В канун первенства России среди молодёжи этого года нам пришла посылка с наградами за участие в прошлогоднем первенстве России, где Алексей занял второе место в личном зачёте. От победителя его отделяла всего одна связь. Также ребята получили медали и кубки за победу в молодёжных соревнованиях "Дружба". Всё это было огромным стимулом для нашей молодой (в прямом смысле этого слова) команды. А особенно это было большим стимулом для родителей спортсменов.

На самом деле я, как тренер, очень благодарен мамам Алексея и Егора. Дело в том, что найти свободное время для занятий радиоспортом для современных подростков очень сложно. И не в силу их нежелания или лени — просто свободного времени у ребят практически нет. Дополнительное образование в английской школе и математическом кружке, спортивные секции биатлона и хоккея и ещё многомного разного. Но когда подходит время очередного контеста или запланированных тренировок, родители становятся непреклонны — занятия радиоспортом стоят на одном уровне с общеобразовательной школой!



Молодёжная команда R9PA со спортивными трофеями — Егор Морозов и Алексей Полевик.

Первенство России — это праздник для ребят, к которому мы готовимся заранее. Тренировочный процесс лежит на мне, а технику готовит Михаил Иванович ("дядя Миша", UA9PM). Он сделал проект и воплотил в жизнь самый главный прибор на нашей радиостанции R9PA (ex RZ9OZO) — коммутатор SO4R или MO4R, который позволяет операторам управлять сразу несколькими трансиверами или приёмниками.

Иногда, очень осторожно, я говорю ребятам об их техническом оснащении в надежде, что они никогда не испытают тех трудностей, через которые пришлось пройти нам, становясь спортсменами. Ведь нам приходилось переключать по несколько тумблеров для того, чтобы перевести самодельный приёмник и передатчик на приём или передачу, или выскакивать на улицу для того, чтобы повернуть антенну в нужном направлении.

С первых секунд контеста ребята мастерски разгребают толпу зовущих и одновременно подбирают тех, кто работает на общий вызов. Алексей сразу профессионально занял частоту в начале диапазона, отбив охоту желающих потеснить его или согнать с частоты несколько продолжительным вызовом "Всем участникам молодёжного первенства. Приглашает Роман Девять Павел Анна". А в это время в перерывах между вызовами Егор уже провёл несколько связей на поиск.

Главной функцией коммутатора SO&MO4R являются великолепно реализованная блокировка и коммутатор антенн, которые позволяют слушать станции буквально на одной частоте во время работы на передачу одного из передатчиков. Поэтому тактика занятия частоты в начале или конце диапазона даёт оперативный простор для того, кто работает на поиск.

Математический склад ума Егора и его невозмутимое "спокойствие удава" при работе на поиск позволяют увеличивать количество мультов до максимума, в то время как интенсивный напор Алексея, его звонкий, порой пронзительный голос, всё быстрее и быстрее наращивает темп проведения связей. И только вмешательство тренера позволило несколько снизить темп, понимая и объясняя ребятам, что количество — это не всегда качество. И что качественно проведённое QSO — это залог отсутствия штрафных очков.

В итоге нашей командой заявлено 12070 очков, в то время как результат следующей команды группы операторов до 13 лет — 9538 очков.

Но, как говорит "дядя Миша", не надо почивать на лаврах... ■



Идёт молодёжное первенство страны — тренер и команда R9PA.



Из истории Международного союза электросвязи

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва;
Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Появление и развитие международных электрических каналов связи в середине позапрошлого века (телеграфа и телефона) поставили перед администрациями стран, использующих такую связь, вопрос о создании международной организации, которая бы каким-то образом регулировала организационные и технические вопросы электрической связи.

И вот 17 мая 1865 г. на Парижском конгрессе был подписан первый Международный телеграфный договор и учреждён "Международный телеграфный союз" (International Telegraph Union — ITU). Его учредителями стали представители 24 стран. В этом любопытном документе было, например, такое положение: "...телеграмма содержит 20 слов, ... за следующие 10 слов гражданин платит 50 % стоимости первых 20 слов". Позднее (в 1879 г.) был принят современный принцип — "слово — такса".

Открытие в самом конце позапрошлого века радиосвязи очень скоро поставило вопрос о необходимости международного сотрудничества и в этой области. Ведь радиоволны не признают границ между государствами, и необходимы международные правила и рекомендации, чтобы с минимумом взаимных помех делить "радиопространство" между всеми странами.

CONFÉRENCE PRÉLIMINAIRE

CONCERNANT

LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL.

BERLIN. 4—13 AOÛT 1903.

BERLIN.
REICHSDRUCKEREI.
1903.

BIBLIOTHÈQUE DE L'U.I.T.

Титульный лист протокола "Предварительной конференции по вопросам беспроволочной телеграфии".

Более 110 лет назад в Берлине, в 1903 г., на Первой Международной "радиоконференции" собрались представители Администраций связи Германии, Австрии, Испании, США, Франции, Великобритании, Венгрии, Италии и России. В составе российской делегации был и Александр Степанович Попов.

В библиотеке Международного союза электросвязи хранятся протоколы этого важного в истории радиосвязи мероприятия — "Предварительной конференции по вопросам беспроволочной телеграфии" (так тогда называлась радиосвязь). Через три года была проведена первая полномочная конференция по радиосвязи и создан Международный радиотелеграфный союз. Как отдельная организация, он просуществовал до 1932 г., когда международным сообществом было принято решение об объединении двух родственных организаций — телеграфного и радиотелеграфного союзов.

В результате был создан "Международный союз электросвязи" (МСЭ или ITU — International Telecommunication Union). Акроним английского названия союза остался ITU — изменилась лишь его расшифровка (не "телеграфный", а "телекоммуникационный"). После создания в 1945 г. Организации объединённых наций ITU получил статус Агентства ООН по электросвязи. Штаб-квартира ITU находится в Женеве (Швейцария), и его членами являются 191 государство-член и более 700 членов Секторов и Ассоциированных членов.

Международный радиолюбительский союз является Ассоциированным членом ITU, т. е. принимает участие в конференциях ITU в качестве наблюдателя.

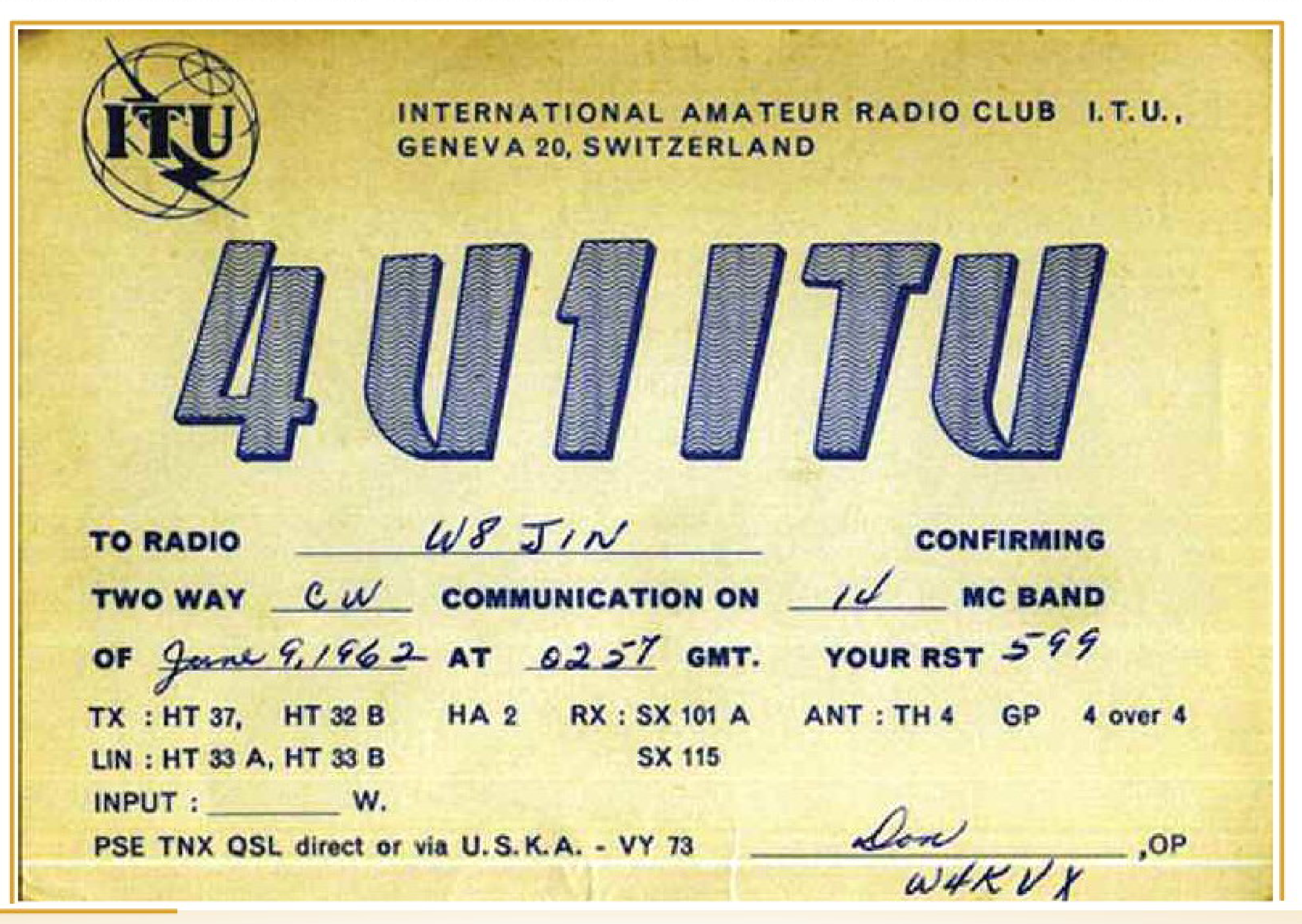
В Женеве находятся International Amateur Radio Club (IARC) и любительская радиостанция этого клуба 4U1ITU. На конференциях ITU по радиосвязи (WRC) коротковолновики (члены делегаций Администраций связи различных стран) используют позывной 4UxITU. Позывные такого вида звучали в эфире и в связи с World Telecommunication Day (17 мая, сейчас это Всемирный день электросвязи и информационного общества).

Интересно, как рассылаются QSL гостевыми операторами 4U1ITU (коротковолновиками, имеющими лицензию в своей стране). После окончания работы оператор обязан либо заполнить имеющиеся на 4U1ITU стандартные бланки QSL, либо забрать с собою свой аппаратный журнал (с отметкой об этом в основном аппаратном журнале) и дома отпечатать необходимое число бланков, их заполнить и разослать. На сайте **http://hamgallery.com/qsl/country/ITU_HQ/** можно ознакомиться с разными видами QSL 4UxITU.

Вот некоторые сведения о решениях конференций ITU.

1927 г. (Вашингтон). Конференция приняла первую таблицу распределения блоков префиксов позывных сигналов между странами, распределение частотного спектра между радиослужбами (морская, воздушная, наземная, фиксированная, радиовещательная и др.) и обозначение частоты в кГц (вместо ранее существовавшего обозначения в метрах). Было принято решение об использовании радиолюбителями шести диапазонов частот (в основном совместно с другими службами, без взаимных помех). Это полосы частот 1715...2000 кГц (диапазон 160 метров), 3500...4000 кГц (диапазон 80 метров), 7000...7300 кГц (диапазон 40 метров), 14000...14400 кГц (диапазон 20 метров), 28000...30000 кГц (диапазон 10 метров), 56000...60000 кГц (диапазон 5 метров). Диапазоны 40 и 20 метров выделялись исключительно для радиолюбительских целей.

1932 г. (Мадрид). Была узаконена единая трактовка радиолюбителей как "частно-экспериментальной службы", которая должна была быть включена в национальные Регламенты стран-членов ITU наравне с другими радиослужбами.



Стандартная QSL-карточка радиостанции 4U1ITU 60-х годов прошлого века.

1938 г. (Каир). Земной шар был условно разделён на условные районы (1-й, 2-й и 3-й). Распределение полос частот между районами ITU несколько различаются. Европейские радиолюбители (1-й район) получили возможность работы на диапазоне 80 метров в участках 3500...3650 кГц и 3685...3950 кГц, но были полностью исключены диапазоны 40 метров (7000...7200 кГц) и 20 метров (14000...14400 кГц). Использование же диапазонов 10 метров (28...30 МГц), 5 метров (50...56 МГц), 2,5 метра (112...120 МГц), 2 метра (144...146 МГц) и 70 см (420...460 МГц) было разрешено только на вторичной основе. На "сороковке" радиолюбители американского континента (2-й район) были сдвинуты вверх — они получили для радиотелефонии полосу частот 7200...7300 кГц. Им также достались на вторичной основе УКВ-диапазоны 5 метров, 2,5 метра и 1,5 метра (224...230 МГц).

1947 г. (Атлантик Сити). Собралась она позже, чем планировалось (помешала Вторая мировая война). На конференции у радиолюбителей забрали диапазон 160 метров (он был передан в пользование радионавигационной системе LORAN-A). Были обрезаны сверху диапазоны 20 метров (на 50 кГц) и 10 метров (на 300 кГц,). Узаконили диапазон 15 метров (21000...21450 кГц), во 2-м районе разрешили диапазон 80 метров и расширили "сороковку" (7000...7300 кГц), а в 1-м районе отвели на 40 метрах полосу частот 7000...7100 кГц и исключили диапазоны 10 метров и 2 метра.

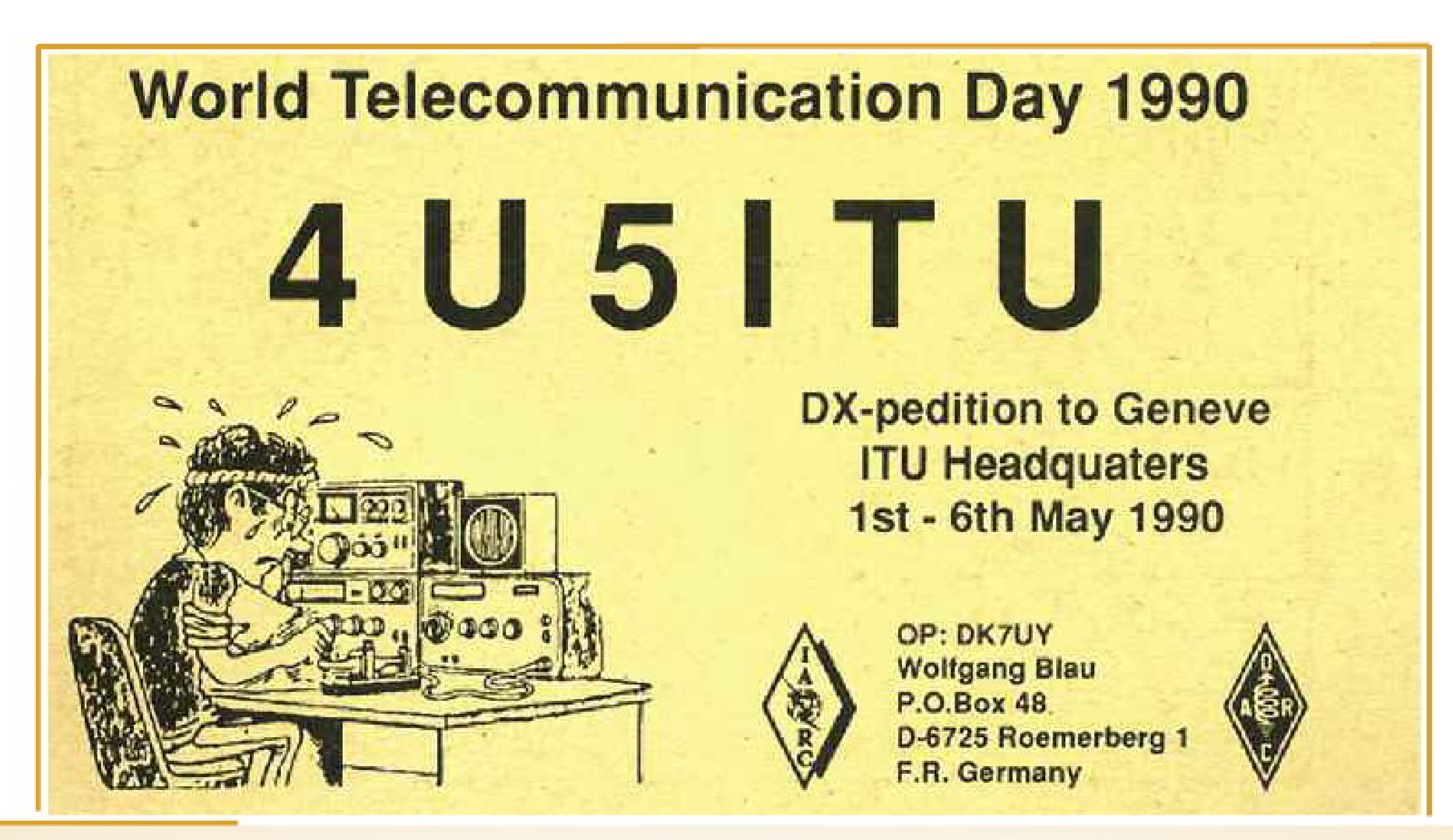
1959 г. (Женева). Было принято решение об исключении требований знания азбуки Морзе радиолюбителями, работающими на частотах свыше 144 МГц (до этого такая нижняя граница была равна 1000 МГц).

1963 г. (Женева). Впервые конференция была специализированной (до этого все конференции назывались генеральными) и была посвящена созданию космической службы связи. Радиолюбительской службе (для связей через спутники) был отведён диапазон 2 метра.

1971 г. (Женева). Повторная "космическая конференция". На ней нам было разрешено для спутниковых связей использовать также и КВ-диапазоны: 40, 20, 15 и 10 метров, а на СВЧ был добавлен диапазон частот 24,00... 24,05 ГГц.

1979 г. (Женева). Генеральная административная радиоконференция (WARC — таким условным сокращением стали называться эти конференции), на которую прибыло около двух тысяч делегатов из свыше ста стран. Для Радиолюбительской службы она явилась настоящим праздником: на КВ нам были выделены новые диапазоны: 10 МГц, 18 МГц и 24 МГц. Видимо, поэтому в обиходе их стали называть WARC-диапазонами. Были расширены участки диапазонов 80 и 160 метров. Требование к обязательному знанию телеграфной азбуки было понижено до частоты 30 МГц. Была принята "Резолюция № 640", в соответствии с которой Администрациям связи было разрешено привлекать радиолюбительские службы для ликвидации последствий катастроф и проведения всевозможных аварийно-спасательных работ. Тем самым были узаконены "Радиолюбительские аварийные службы".

1992 г. (Торремолинос). Был поднят вопрос о "стыковке" между районами ITU диапазона 40 метров. Эта конференция была последней из серии WARC. Было обсуждено предложение о реструктуризации ITU, проведении конференций раз в два года и изменении их наименования. На внеочередной конференции в 1993 г. они уже стали называться конференциями WRC (World Radiocommunication Conference).



QSL-карточка радиостанции 4U5ITU, работавшей в связи с World Telecommunication Day.

1995 г. (Женева). На этой конференции одной из делегаций было предложено исключить из "Регламента Радиосвязи" (в части Радиолюбительской службы) необходимость знать телеграфную азбуку. Ранее решение о знании азбуки Морзе было принято для того, чтобы радиолюбители могли, при необходимости, принимать сигналы SOS от ведомственных служб и последующим доведением этой информации до Администрации связи. Однако в последние годы были созданы международные автоматические спасательные системы с использованием спутников и так далее, поэтому требования к знанию телеграфа потеряли такую свою актуальность.

1997 г. (Женева). На конференции диапазон 70 см (430...440 МГц) радиолюбительской службе был определён для использования на вторичной основе, так как полоса частот 433,05... 434,79 МГц была отведена (также на вторичной основе) устройствам серии ISM — промышленные, научные и медицинские приборы.

Внимательный читатель может заметить, что некоторые изменения в используемых нашими любителями полос частот были не самостоятельными действиями "наших чиновников" (это мнение бытует в радиолюбительских кругах), а выполнением решений Международного союза электросвязи. ■

Магнитные антенны КВ-диапазона

Магнитные антенны для профессиональной радиосвязи применяются с середины 50-х годов XX века. Один из примеров — использование в армии США в качестве приёмопередающей антенны (**рис. 1**), разработанной Kenneth H Patterson, работавшим на Армейский Департамент US Army Limited War Laboratory.

Не вдаваясь в глубокую физическую суть данного излучателя — с этим вы самостоятельно справитесь на просторах Интернета, а лучше — полистав учебники по антеннам 50-х, 60-х годов прошлого столетия, следует отметить лишь несколько положительных особенностей:

- магнитные антенны мало восприимчивы к помехам с преобладающей электрической составляющей поля (искрящие провода, электродвигатели и прочие "радости" городской жизни);
- узкая полоса пропускания, обусловленная высокой добротностью системы, позволяет рассматривать антенну как высокодобротный входной фильтр;
- соотношение излучения вперёд/вбок более 25 дБ;
- малые габаритные размеры при достаточно высокой эффективности.

Некоторые компании производят магнитные антенны не только для армии, флота и коммерческой радиосвязи, но также для радиолюбителей. Примером недорогой, но в то же время работоспособной продукции, можно назвать магнитные антенны фирмы MFJ. Впрочем, цена определяет и качество исполнения.

Как пример профессиональных антенн данного типа рассмотрим продукцию итальянской компании **CIRO MAZZONI**, которая специализируется на производстве высококачественных антенн для армии и флота, но в то же время производит антенны и для радиолюбителей. Владелец компании — I3VHF — страстный радиолюбитель. Сайт компании <**www.ciromazzoni.com**>.

Основной упор делается на исключительное качество исполнения, выбор материалов и индивидуальное тестирование каждого изделия. Предлагаемые антенны можно отнести к категории Hand Made. В качестве материала для "бублика" применён алюминиевый сплав с высокой коррозионной устойчивостью и механической прочностью. От трубы диаметром 60 мм для BABY — до 150 мм для MAXI. Управление перестройкой по частоте осуществляется набором частоты на клавиатуре антенного тюнера.

Основные параметры антенн BABY, MIDI и MAXI приведены в **таблице** и на графиках КСВ (**рис. 2—4**).

Диаграммы антенн в горизонтальной плоскости практически идентичны и могут быть продемонстрированы на примере антенны MIDI (**рис. 5**).

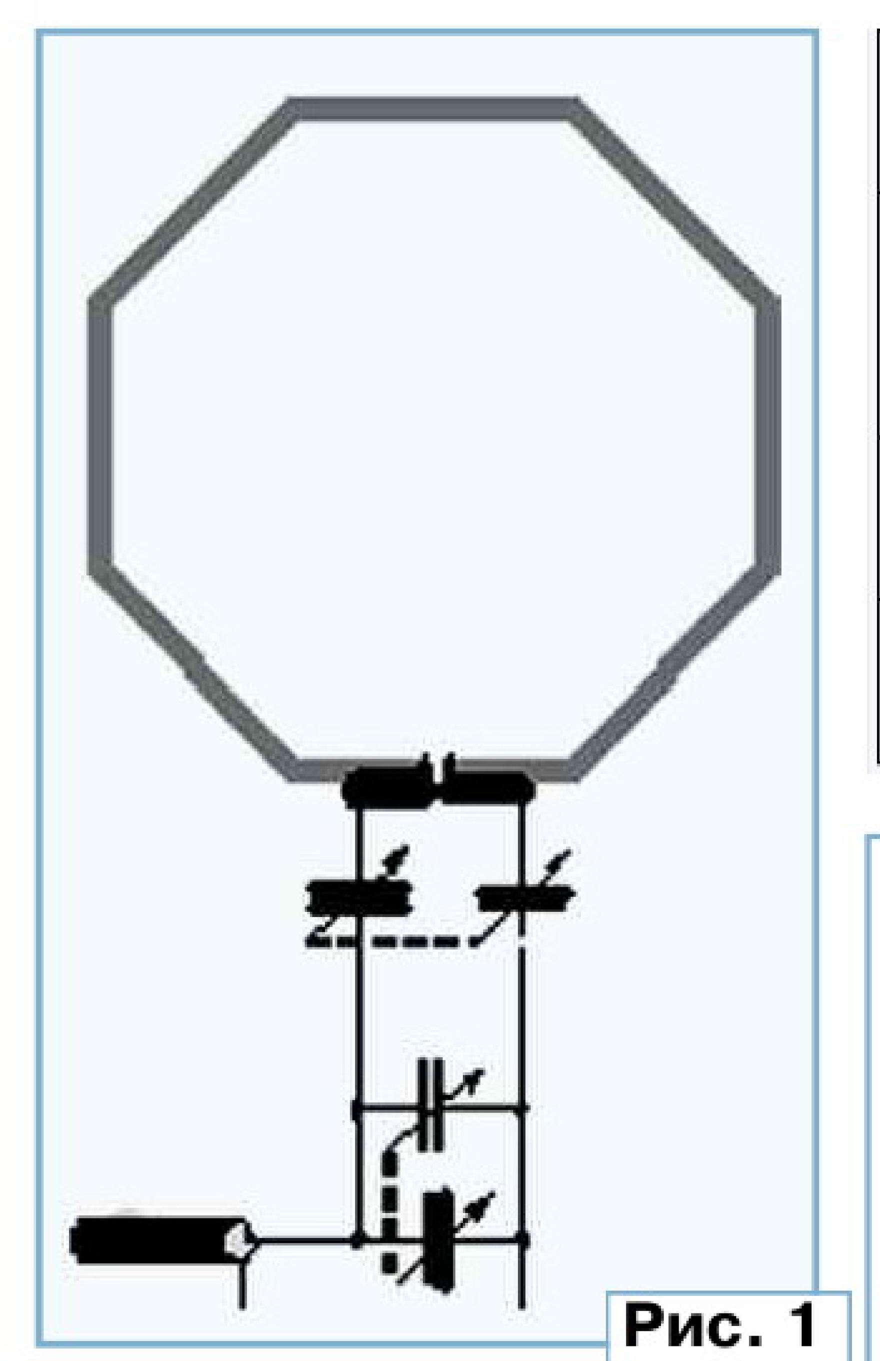


Рис. 1

Антенна	Диапазон частот, МГц	КСВ в диапазоне частот	Усиление относительно полуволнового вибратора, дБ	Максимальная допустимая мощность, кВт	Полоса пропускания, кГц	Диаметр, м	Масса, кг
BABY	7,0…29,7	< 1,2	−4 (7 МГц) −0,3 (28,5 МГц)	0,45 (до 21,5 МГц) 1 (выше 22 МГц)	4 (7 МГц) 8 (14 МГц) 12 (21 МГц) 20 (28 МГц)	1	16
MIDI	3,5…14,5	< 1,2	−4 (3,5 МГц) −0,3 (14,5 МГц)	0,3 (3,5…7,5 МГц) 0,8 (8…14,5 МГц)	4 (3,5 МГц) 6 (7 МГц) 10 (14,5 МГц)	2	20
MAXI	1,7…7,2	< 1,2	−4 (1,8 МГц) −0,3 (7,0 МГц)	0,7 (1,75…6 МГц) 2 (7…7.3 МГц)	4 (1,8 МГц) 6 (3, 5 МГц) 8 (7,3 МГц)	4	115

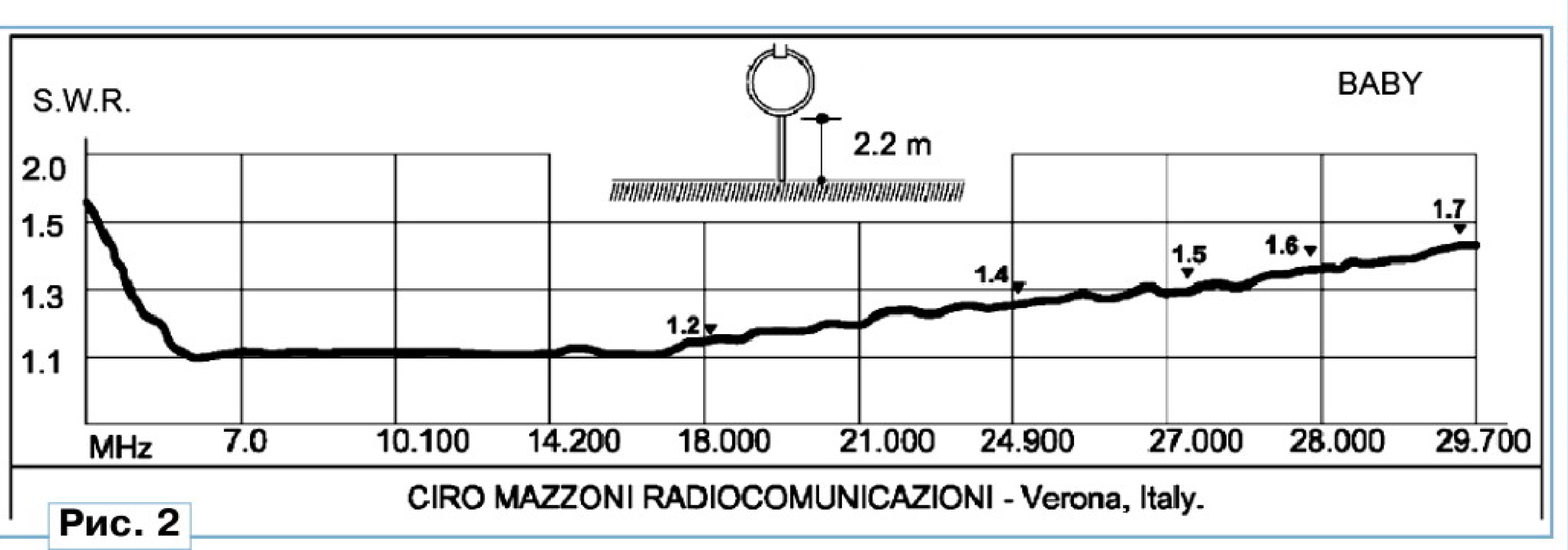


Рис. 2

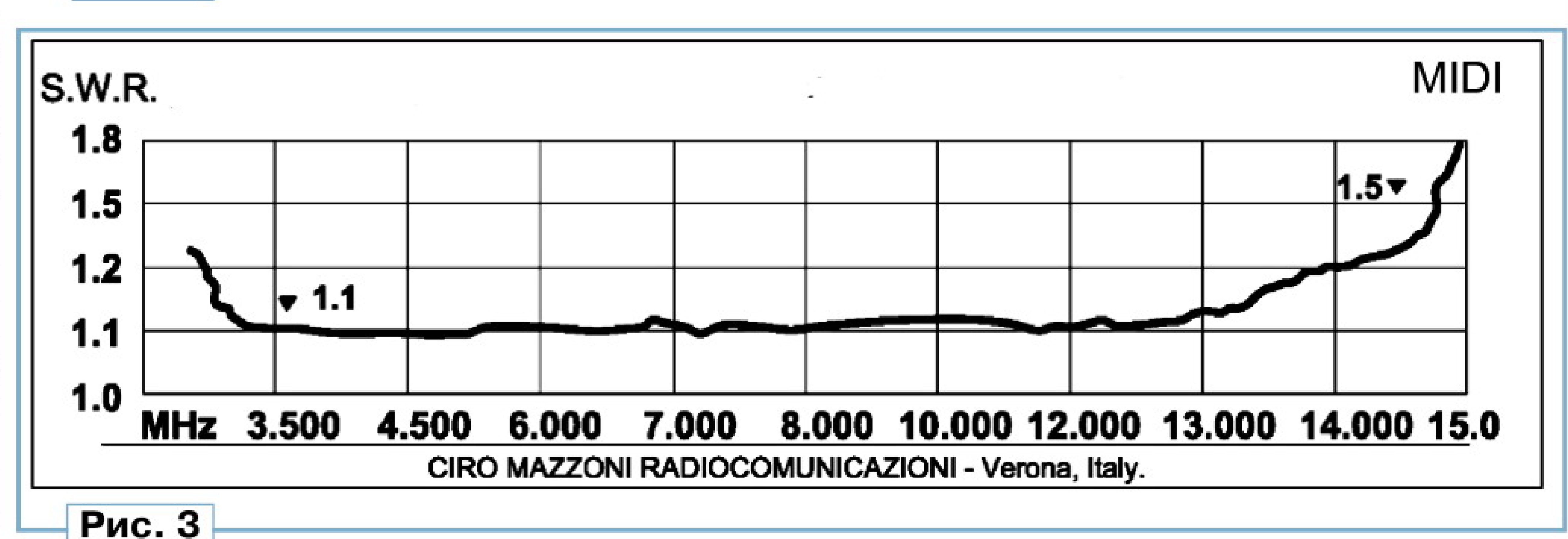


Рис. 3

S.W.R. MAXI

2.0 1.8 1.5 1.1 1.0 — 1.1 — 1.5

MHz 1.750 1.800 2.200 3.000 3.500 4.000 5.000 6.000 7.000 8.000

Рис. 4

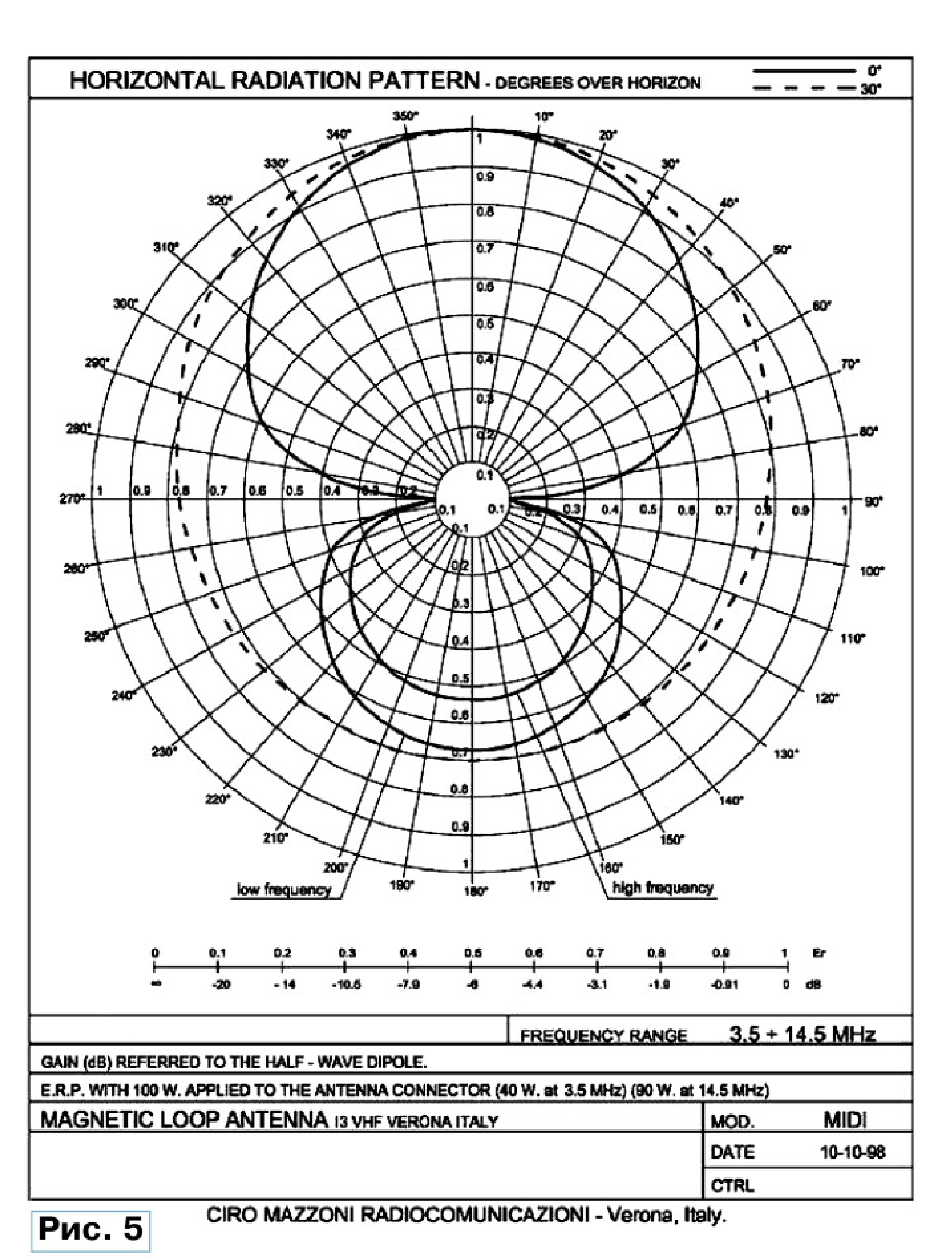


Рис. 5



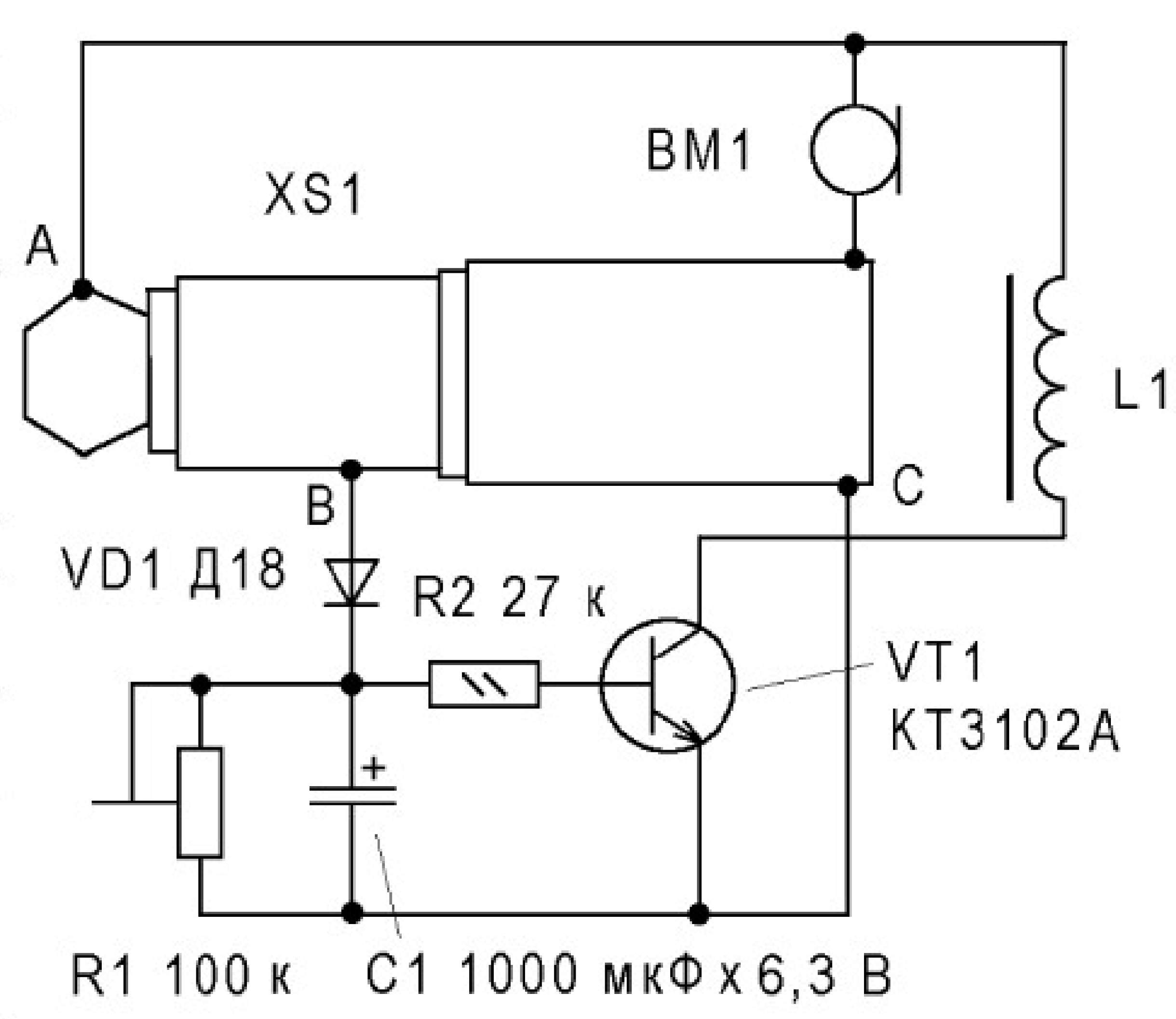
Стоит обратить внимание на тот факт, что максимальная допустимая подводимая мощность для антенн отличается от мощности, пропускаемой тюнером, которая составляет 200 Вт. При желании использовать максимум возможностей антенны необходимо предусмотреть внешний переключатель, позволяющий после режима настройки подавать полезный сигнал, минуя антенный тюнер.

Приставка — автоответчик

Вячеслав КРАВЧЕНКО (UA4AEJ), пос. Красный Яр Волгоградской обл.

Трудно радиолюбителям УКВ в сельской местности, когда ближайший коллега находится за сотню километров. Чтобы как-то облегчить настройку антенн и аппаратуры, я собрал простенькое устройство и даже название ему дал — "Я — тут". Подключить его можно практически к любой портативной радиостанции. Приведённое в этой заметке подключение к стандартному разъёму диаметром 2,5 мм — к радиостанции Midland G5, но оно подходит и для многих других аппаратов.

Схема устройства приведена на **рисунке**. При поступлении сигнала на вход радиостанции срабатывает шумоподавитель и на контакте В разъёма (головные телефоны) появляется напряжение около 2 В, которое через диод VD1 заряжает конденсатор С1 и открывает транзистор VT1. Подключение к выводу А разъёма XS1 соединённого с общим проводом резистора сопротивлением примерно 1 кОм (или аналогичной в данном случае цепи) переводит радиостанцию в режим передачи. При разрядке конденсатора через резистор R1 до напряжения 0,7 В транзистор закрывается и радиостанция переходит на приём. Время работы в режиме передачи определяется ёмкостью конденсатора и положением движка подстроечного резистора R1. Оно может быть от нескольких секунд до минуты.



Устройство совершенно не критично к номиналам и типу деталей. Диод может быть любым маломощным. Подстроечный резистор R1 также может быть любым, сопротивлением от 50 до 150 кОм. В качестве дросселя L1 (он исключает замыкание микрофона BM1 по переменному току открытым транзистором VT1) можно применить малогабаритную магнитную головку от кассетного плейера или обмотку малогабаритного реле, к примеру РЭС49. Можно вместо него поставить резистор сопротивлением около 1 кОм, но качество модуляции при этом может несколько ухудшиться. Микрофон здесь можно применить любой электретный.

Несмотря на крайнюю простоту, это устройство позволяет решать разные задачи. Расположив станцию с подключённым "Я — тут" на определённом расстоянии, можно настраивать антенну и приёмную аппаратуру, не бегая туда-сюда, не перегревая оконечный каскад передатчика и не внося искажений в диаграмму направленности антенны. Подключив к станции внешнюю антенну и это устройство, можно на расстоянии оценить работу антенны и станции, не привлекая для этого кого-либо. Использовать радиостанцию с ним можно и как маяк при тренировках в радиопеленгации.

Подключив вместо микрофона (с небольшой доработкой) цифровой магнитофон с некоторой записью, например, "Предлагаю всем, кто слышит, встретиться на этой частоте в 19.00", можно использовать устройство в качестве информатора. Ещё одно применение. Заменив у второй радиостанции штатную антенну на рамочную, можно использовать его как "прибор грибника" (чтобы не заблудиться в лесу) — как маяк, включающийся "по вызову".

Антенна диапазона 432 МГц с круговой поляризацией

Игорь ЛАВРИНЕНКОВ, г. Москва

В статье приведено описание антенны с круговой поляризацией для работы в любительском диапазоне 432 МГц. Эта антенна может быть полезна своей способностью компенсировать замирания сигналов, обусловленных изменением плоскости поляризации электромагнитной волны. Такие изменения, в частности, наблюдаются при работе через радиолюбительские ИСЗ.

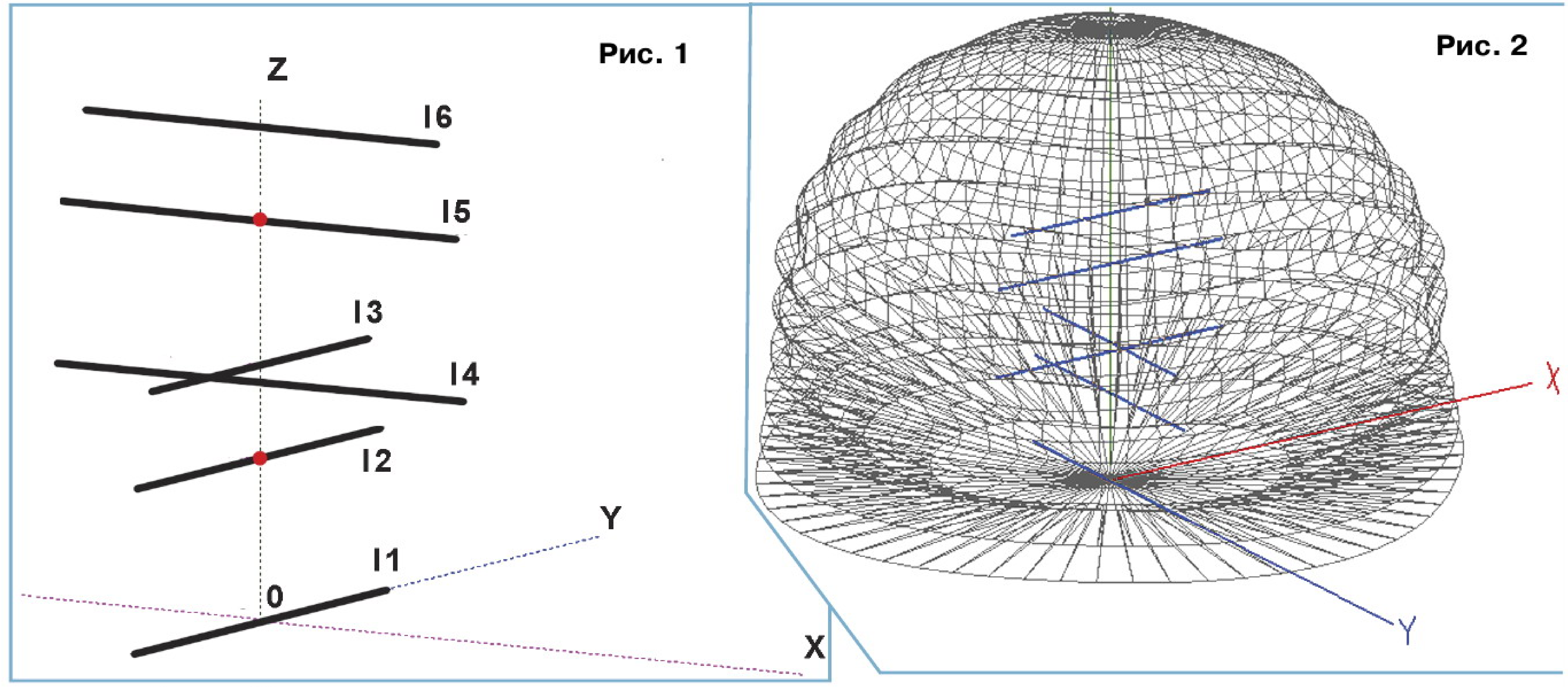
Достоинства этого варианта антенны заключаются в простом исполнении из доступных материалов, широкой диаграмме направленности антенны, хорошем КСВ в заданной полосе частот. При её разработке использованы материалы из Интернета [1, 2].

Она состоит их двух скрещённых (повёрнутых на 90 градусов друг относительно друга) трёхэлементных волновых каналов, которые смещены в пространстве на четверть длины волны. Схематично предлагаемая антенна представлена на **рис. 1**.

Длины элементов обеих антенн: l1 и l4 (рефлекторы) — 34,4 см, l2 и l5 (вибраторы) — 33,6 см, l3 и l6 (директоры) — 29,8 см. Расстояния D до их центров относительно начальной точки отсчёта (центр первого рефлектора l1) приведены в **таблице**.

Антенна собирается на базе неармированной ПВХ водопроводной трубы подходящего диаметра длиной примерно 0,5 м. В качестве элементов антенны можно использовать жёсткую проволоку из меди, латуни или алюминия диаметром 1,5...2 мм.

Для закрепления вибраторов необходимо предусмотреть специальные вкладыши из пластиковых трубок, которые нужно предварительно вклеить в несущую трубу антенны. Возможно также собирать антенну на базе квадратного деревянного бруска длиной около 0,5 м, что несколько упростит разметку для крепежей элементов, но увеличит массу конструкции.



Элемент	D, см
l1 (рефлектор 1)	0
l2 (вибратор 1)	11,7
l3 (директор 1)	18,5
l4 (рефлектор 2)	17,2
l5 (вибратор 2)	28,9
l6 (директор 2)	35,7

Рис. 3

Для обеспечения согласования волновых сопротивлений вибраторы каждой из трёхэлементных антенн подключаются к 50-омному кабелю (любой длины) через отрезки коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом длиной k*λ/4 (k — коэффициент укорочения). Для обычного кабеля с диэлектриком из сплошного полиэтилена это будет 12 см.

Диаграмма направленности данной антенны близка к полусфере. Ширина ДН по уровню −3 дБ — около 90 градусов, направление максимального излучения — вдоль оси Z. Результат её моделирования в программе MANNA-GAL приведён на **рис. 2**.

Теоретический КСВ, рассчитанный на программе MANNA-GAL, — менее 1,5 в полосе частот от 425 до 445 МГц. При указанных в статье размерах он достигает минимального значения 1,1 на частоте 435 МГц.

Собранная антенна показана на **рис. 3**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Mak Matiatos**. Antenna Circular Polarization. — URL: **http://sv1bsx.50webs.com/antenna-pol/polarization.html** (12.05.15).

2. **Лихобабин В.** Широкополосные антенны волновой канал 435 МГц. — URL: **http://ra6foo.qrz.ru/w435.html** (12.05.15).

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

САМОЙЛОВ С. Регулятор температуры лезвия пасечного электроножа. — Радио, 2013, № 7, с. 31, 32.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме выключателей SA1, SA2, светодиодов HL1, HL2, переменного резистора R6, держателей плавких вставок FU1, FU2, трансформатора T1, диода VD1 и транзистора VT1. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-33, подстроечный R4 — 3296, R8 — СП3-19а,

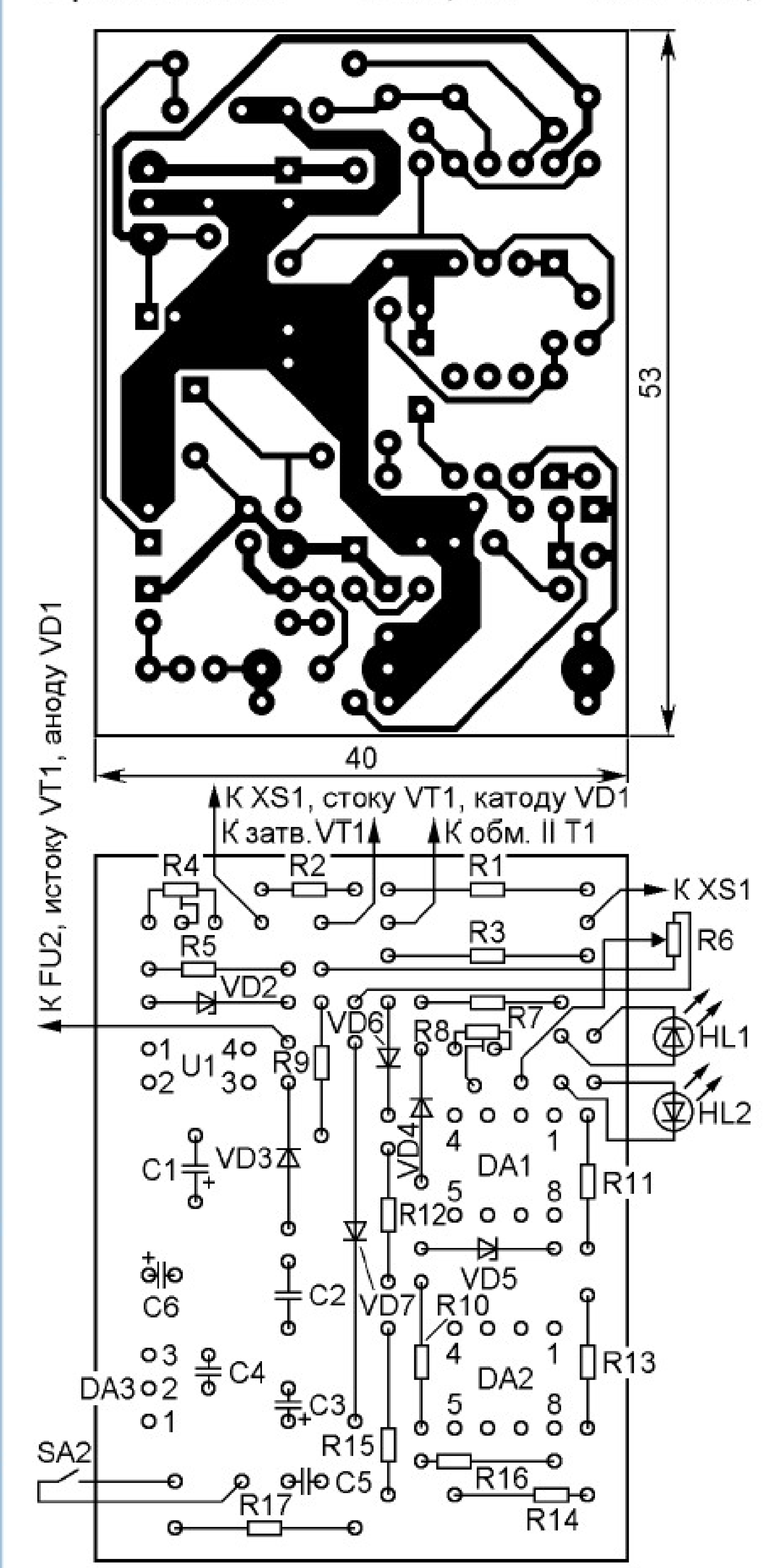


Рис. 1

конденсаторы C1, C3, C6 — оксидные импортные, C2, C4, C5 — керамические К10-17 или КМ-6. Остальные детали — указанных в статье типов.

МОРОЗ К. Простой регулятор мощности. — Радио, 2014, № 10, с. 37.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме тиристоров VS1, VS2, светодиодов HL1, HL2 и переменного резистора R19. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-33, конденсатор C1 составлен из двух плёночных К73-17 (C1' и C1''; их контуры показаны штрихпунктирными линиями) ёмкостью 0,47 мкФ с номинальным напряжением 630 В, C2 — оксидный импортный, C3 — керамический К10-17 или КМ-6. Остальные детали — указанных в статье типов.

МАМИЧЕВ Д. Звонница на основе жёстких дисков. — Радио, 2014, № 11, с. 48, 49.

Замена реле.

Кроме указанного в статье, в игрушке можно применить реле TRB1-5VDC-SA-SD фирмы TTI (с одним переключающим контактом, сопротивление обмотки — 112,5...137,5 Ом, номинальное напряжение — 5 В, номинальный ток — 40 мА); PE014005 фирмы Tyco Electronics (с одним переключающим контактом, сопротивление обмотки — 112,5...137,5 Ом, номинальное напряжение — 5 В, номинальный ток — 40 мА), V23079A-1001-B301 той же фирмы (с двумя переключающими контактами, сопротивление обмотки — 160...196 Ом, номинальное напряжение — 5 В, номинальный ток — 28 мА).

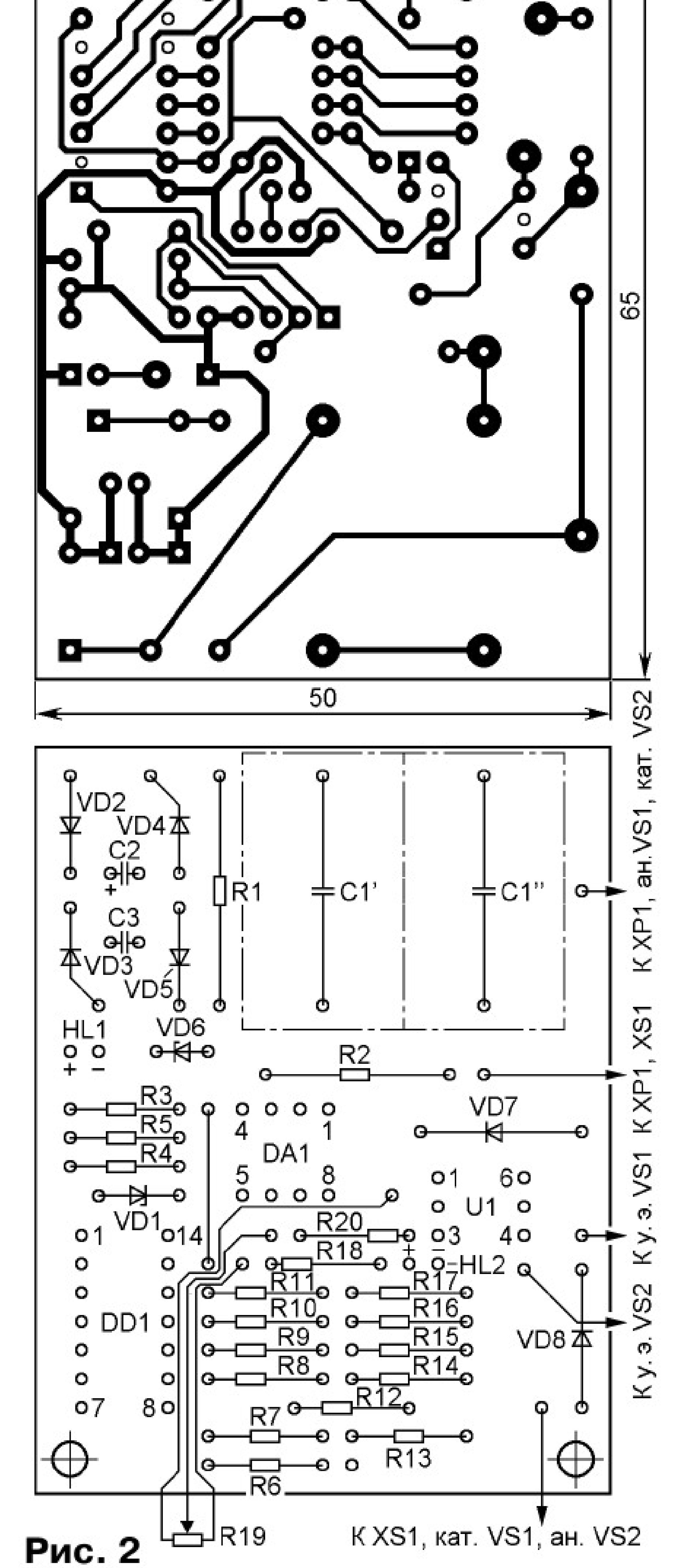


Рис. 2

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

КРОН А. Доработка "Импульсного блока питания на базе БП ПК". — Радио, 2015, № 3, с. 35.

На схеме предлагаемого узла в адресе у стрелки на конце линии электрической связи, соединённой с левым (по схеме) выводом резистора R6, должно быть указано "+9,5...15 В", а у стрелки на конце линии связи, идущей от точки соединения выводов резисторов R10 и R11, — "2" (т. е. к выводу 2 TL494).

КАЛЕНДО В. Приставка к частотомеру для резонансных измерений. — Радио, 2014, № 9, с. 19.

В тексте статьи (3-я колонка, 2-й абзац сверху, строки 4, 5) вместо слов "...правый (по плате) вывод резистора R11..." следует читать: "...левый (по плате) вывод резистора R11...".

Для приведения чертежа печатной платы приставки в соответствии со схемой этот же вывод резистора R11 необходимо соединить перемычкой из изолированного провода с левым (также по плате) выводом подстроечного резистора R6, предварительно перерезав печатный проводник, идущий от него к левому выводу резистора R13. Блокировочный конденсатор C7 представлен на чертеже платы двумя конденсаторами: позиционное обозначение одного из них — C7 (должно быть C7'), а второй ошибочно обозначен как C12 (должно быть C7''). Ёмкость обоих конденсаторов — 0,15 мкФ. Конденсатор с позиционным обозначением по схеме C12 (керамический ёмкостью 0,15 мкФ) необходимо припаять к контактным площадкам, охватывающим отверстия под провода питания.

ЗАКОМОРНЫЙ Г. Индикатор радиоактивности. — Радио, 2015, № 4, с. 42, 43.

На с. 43 (2-я колонка, 2-й абзац, 4-я строка сверху) вместо "...более 128 импульсов..." следует читать "...более 32 импульсов...".

К ЧИТАТЕЛЯМ

Редакция и авторы консультируют только по статьям, опубликованным в журнале "Радио", и исключительно по техническим вопросам, имеющим прямое отношение к тому, о чём в них идёт речь. Консультации даются бесплатно. Вопросы просим формулировать возможно точнее и писать разборчиво, по каждой статье на отдельном листе. Обязательно укажите название и автора статьи, год, номер и страницу в журнале, где она опубликована. В письмо вложите маркированный конверт с надписанным вашим адресом. Вопросы можно прислать и по электронной почте. Наш адрес: <consult@radio.ru>. В строке "Тема" укажите название статьи или номер журнала, в котором она опубликована (например, РАДИО 6-2015).

III МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНКУРС ПО РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ И РОБОТОТЕХНИКЕ

С. КУЗНЕЦОВ, г. Москва

(см. статью на с. 48)



Награды ждут победителей.

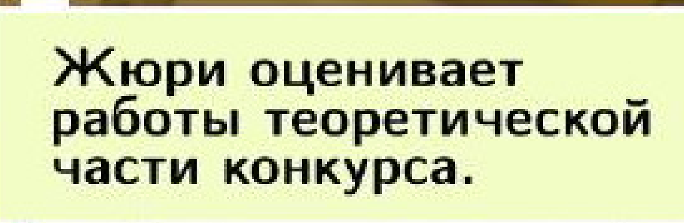
Участник конкурса за работой.



В интерактивном кабинете жюри оценивает представленные презентации.

Младшая подгруппа на практической части конкурса.

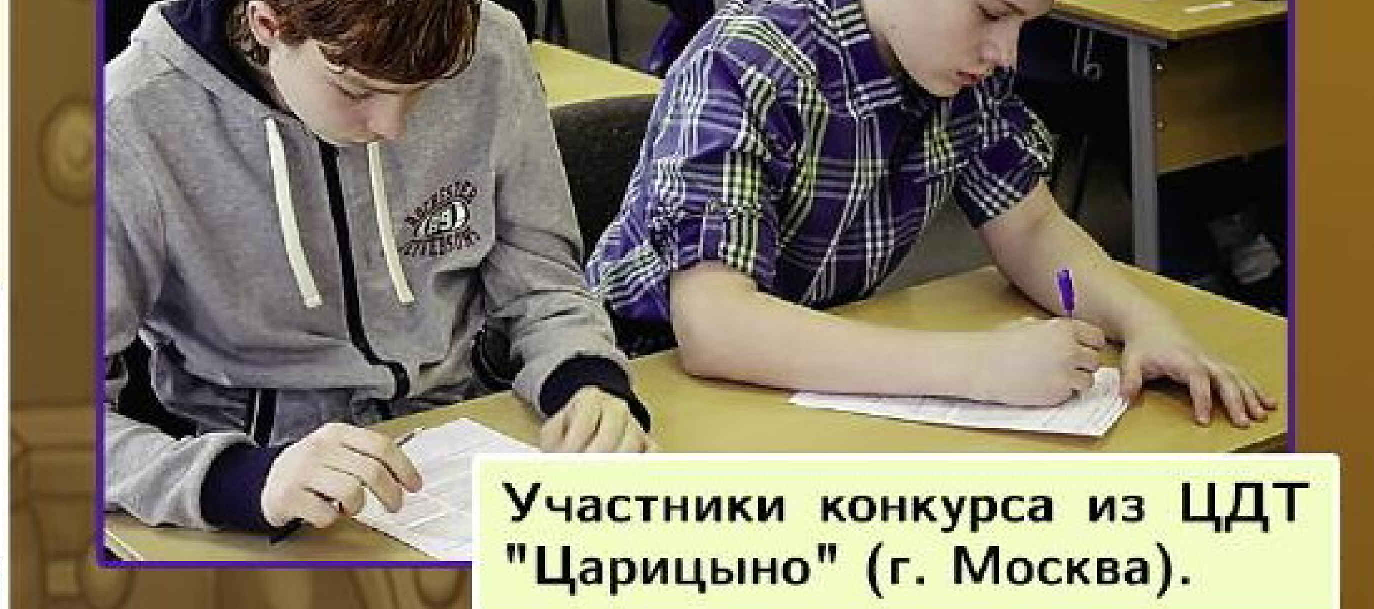




Дипломы победителей.

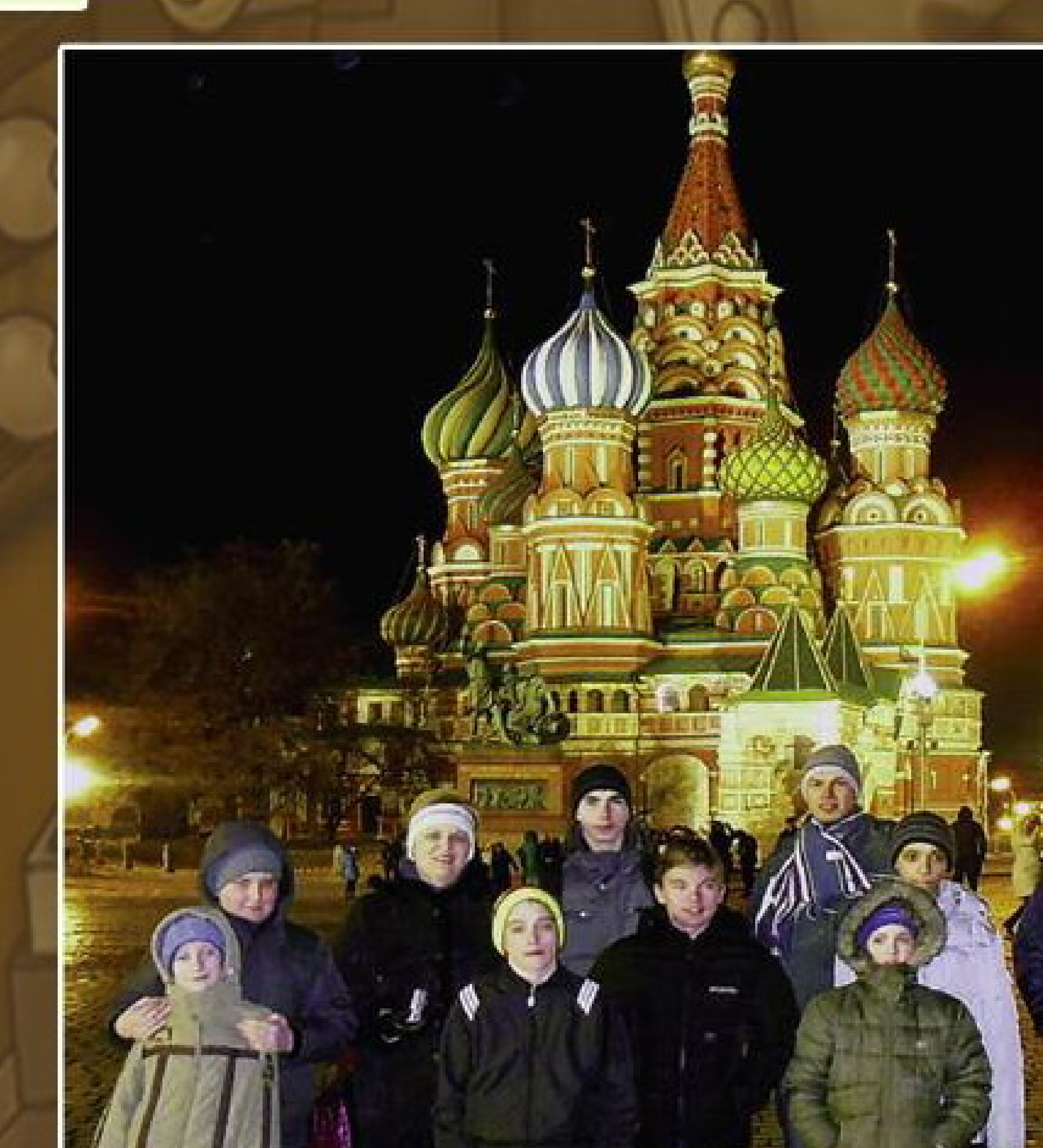


Практическая часть конкурса для старшей подгруппы.



Участники конкурса из ЦДТ "Царицыно" (г. Москва).

Жюри оценивает работы теоретической части конкурса.



Часть делегации на экскурсии по вечерней Москве.



Награждение одного из дипломантов.



Цена одного номера ЭЛЕКТРОННОЙ копии журнала "Радио" с доставкой по электронной почте на 2015 год НЕ изменилась!

50 рублей



Загрузите бесплатно номер журнала "Радио" на свой планшет или ПК.

Электронная копия журнала "Радио" представляет собой копию бумажного журнала "Радио" в виде файла с расширением pdf до 20 мб. На персональных компьютерах журнал можно прочитать с помощью бесплатной программы Adobe Acrobat reader. При необходимости можно распечатать необходимые статьи на принтере. На планшетах с операционными системами IOS и Android для просмотра можно использовать встроенные программы просмотра pdf файлов.

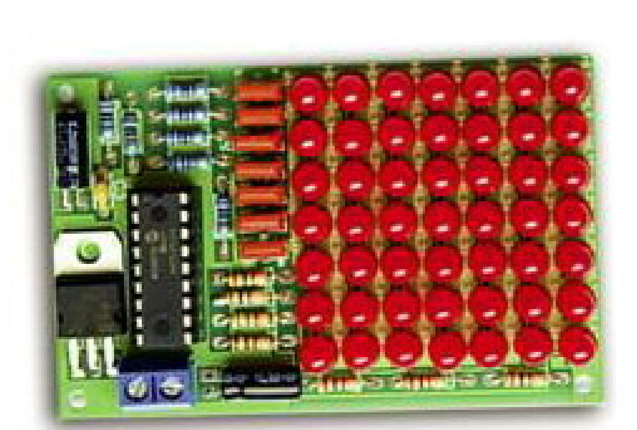
Период подписки 1 год. Стоимость подписки на 1 год 600 рублей (за 12 номеров). Подписаться можно с любого номера. Даже с № 12 2015 года. Тогда Вы будете получать журналы включительно по ноябрь 2016 года.

Услуга распространяется только на физических лиц. На страничке http://el.radio.ru Вы сможете подробнее узнать о подписке на электронную копию.

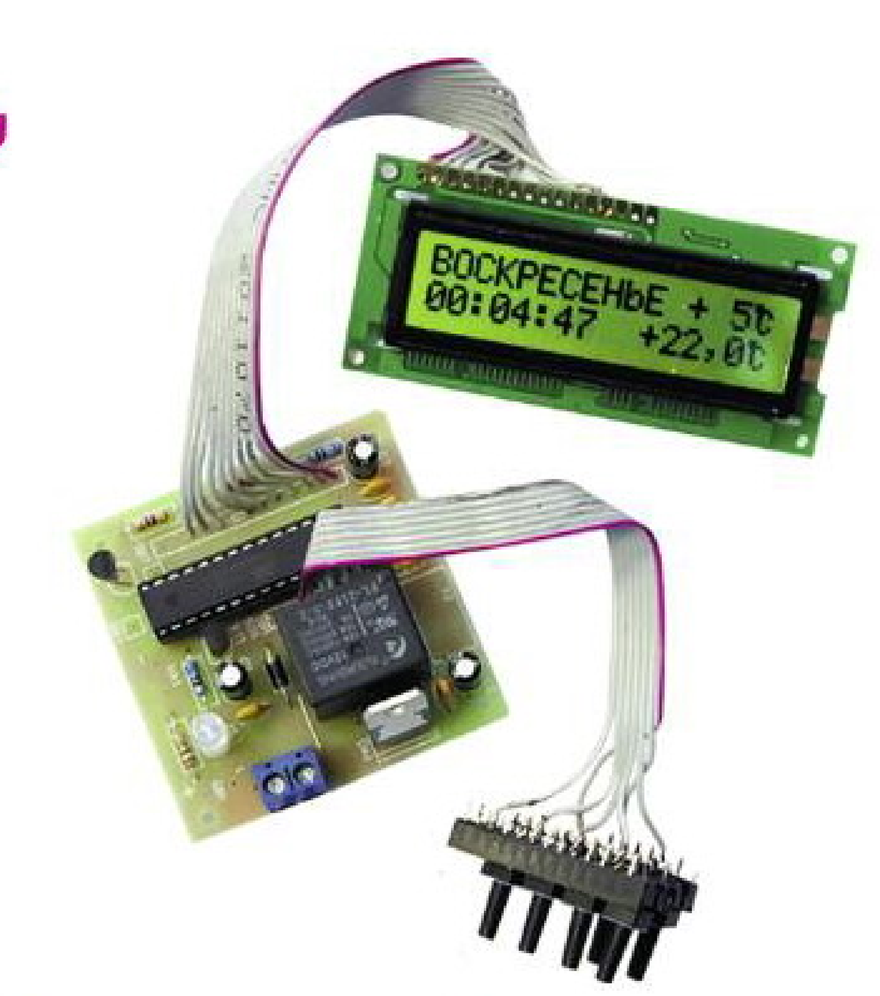


НАБОРЫ ЖУРНАЛА "РАДИО"

http://kits.radio.ru

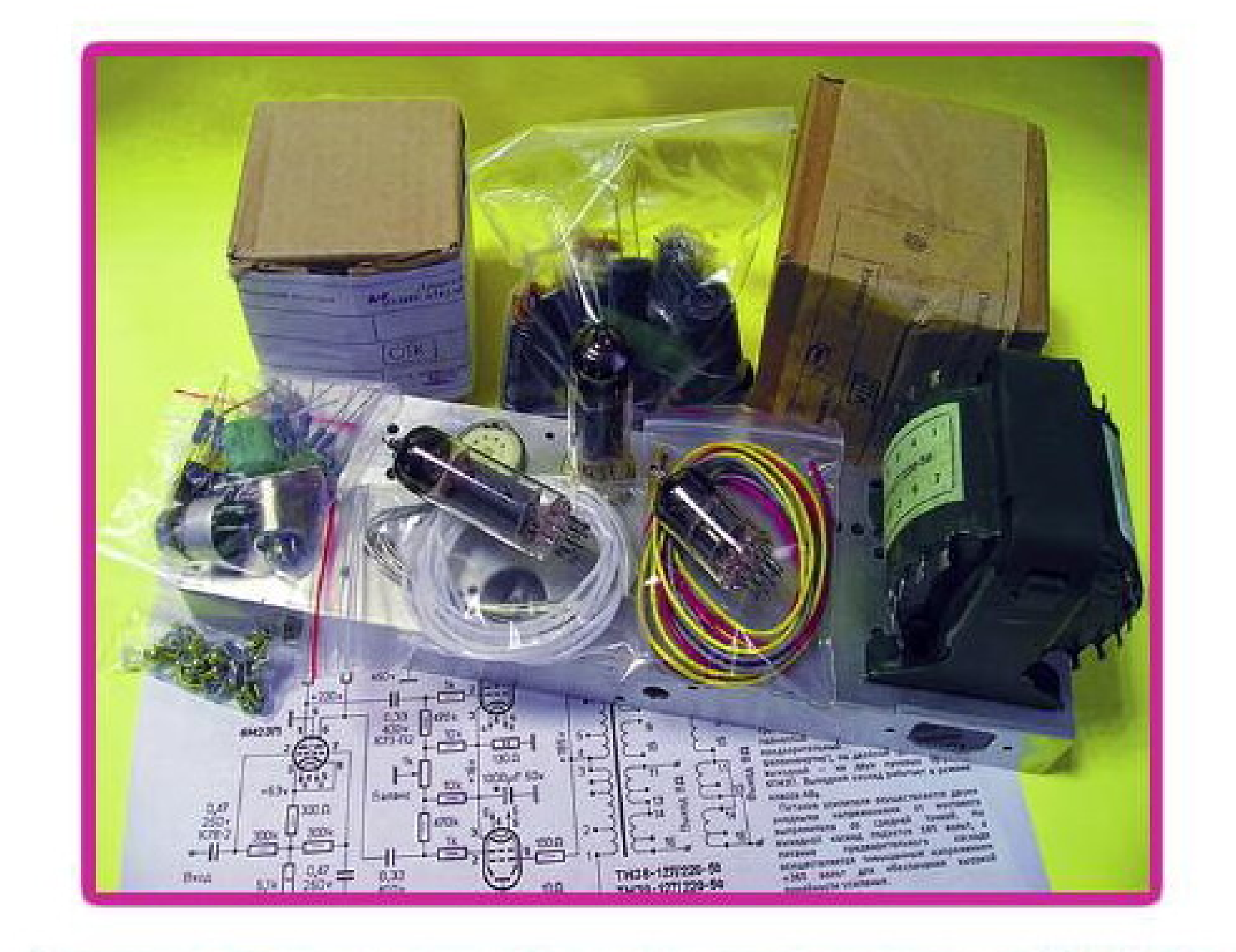


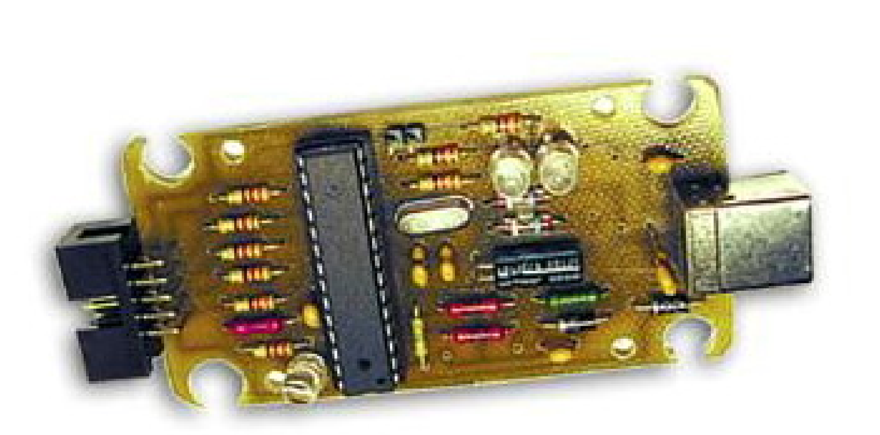
«Автомат световых эффектов на микроконтроллере».



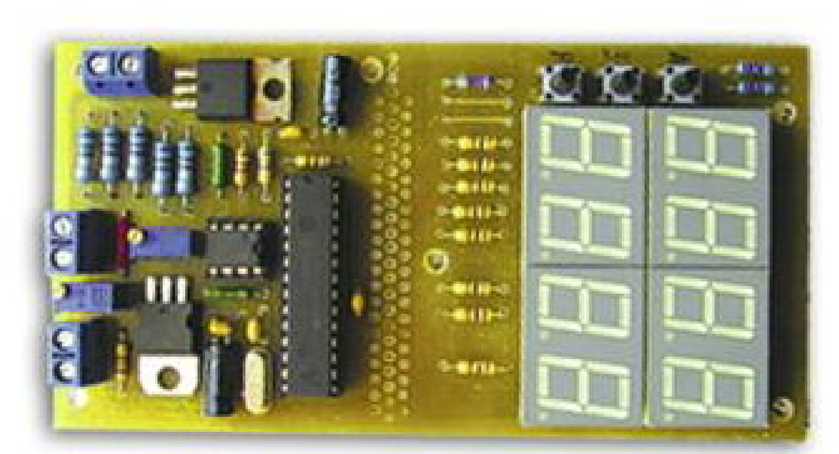
«USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910».

«Программируемый терморегулятор для системы отопления».





«Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676».



«Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения».

«Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П»,